

Aus der Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie
der Universität München
Direktor: Professor Dr.Dr. D. S c h l e g e l

DIE BRACKET-ADHÄSIVTECHNIK IN DER
ZAHNÄRZTLICHEN CHIRURGIE

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität zu München

vorgelegt von

Professor Giorgio Borea aus Ferrara
München 1978

Aus der Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie
der Universität München

Direktor: Professor Dr.Dr. D. S c h l e g e l

DIE BRACKET-ADHÄSIVTECHNIK IN DER
ZAHNÄRZTLICHEN CHIRURGIE

Inaugural — Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität zu München

vorgelegt von

Professor Giorgio Borea aus Ferrara

München 1978



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr.Dr.D.Schlegel
Dekan:	Professor Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung	7.12.1978

Gliederung

Einleitung	1
Vorteile der Bracket-Klebertechnik	4
Allgemeines zur Ätztechnik	10
Allgemeines zum Kunststoff-Adhäsiv	16
Allgemeines zur Polymerisation	19
Technik der direkten Bracket-Fixation	21
Das Entfernen der Brackets	23

Klinischer Teil

Versorgung kindlicher Zahntraumen	25
Einstellung impaktierter Zähne mit der Hilfe von Brackets	35

Experimenteller Teil

Untersuchungen zur Bracket-Haftung	68
Analyse benutzter "Kleber"	70
Diskussion	79
Zusammenfassung	105
Bibliographie	106
Lebenslauf	115

Einleitung

Ziel der Arbeit ist es darzustellen, welche technischen Voraussetzungen heute die regelrechte Einstellung verlagerter und retinierter Zähne erleichtern, inwieweit sich durch diese Verfahren auch bei der Frakturversorgung Vorteile ergeben und welche Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Chirurg und Kieferorthopäden bei derartigen Fällen zukommt. Diese Aufgabe verlangt eine kurze Darstellung der Entwicklung des Adhäsiv-Bonding-Verfahrens. Danach werden an Beispielen die klinischen Anwendungsmöglichkeiten bei chirurgischen Fällen dargestellt. Eigene experimentelle Studien zur Haftung der Adhäsiv-Bracketts ergänzen Literaturübersicht und Diskussion.

Epidemiologische Forschungen haben für die meisten Länder 30 - 65 % Zahnstellungsanomalien ermittelt. Dabei spielen auch die Zahnretentionen und Verlagerungen eine wesentliche Rolle. In diesem Bereich steht zahnmäßig die Retention der Weisheitszähne mit 86 % an erster Stelle gefolgt vom Eckzahn mit 51 % und vom zweiten Unterkieferprämolaren mit 6 % und von den mittleren Schneidezähnen des Oberkiefers mit 5%. Diese Angaben machen deutlich an welchen Zahngruppen der Versuch einer sekundären Einstellung derartiger am Durchbruch verhinderter Kauereinheiten im Vordergrund steht, nämlich bei den oberen Eckzähnen, den unteren Prämolaren und den oberen Schneidezähnen.

Was generell für die Kieferorthopädie gilt, kann

man auch auf die technischen Möglichkeiten übertragen, die für die sekundäre Einstellung retinierter Zähne entwickelt wurden: Der wesentliche Fortschritt der letzten Jahre liegt in der Möglichkeit Halteelemente direkt auf den Kaueinheiten zu zementieren und mittels dieser Brackets die Eingliederung der Kaueinheiten in die Zahnreihendurchzuführen. Die stürmische Entwicklung der Kieferorthopädie in den letzten 25 Jahren spiegelt sich auch in der Tatsache, daß in den Vereinigten Staaten in diesem Zeitraum die Anzahl der registrierten Kieferorthopäden von 400 auf 8000 angestiegen ist, und dort gegenwärtig einer von 10 neudiplomierten Zahnärzten eine kieferorthopädische Fachausbildung beginnt. Dabei spielen in verschiedenen Ländern sicher auch die veränderten Systeme der sozialen Sicherheit eine Rolle wie die Einführung des Health Service in England und die Kostenbeteiligung durch Krankenkassen in anderen Ländern z.B. in der Bundesrepublik Deutschland.

Die direkte Fixation von Brackets auf den Zahnoberflächen ist eine weitere Entwicklung der Methode, die zuerst Buonocore 1955 beschrieb. Er berichtete damals über "ein einfaches Verfahren, die Adhäsionsfähigkeit des Acrylatfüllungsmaterials auf der Schmelzoberfläche zu erhöhen". Diesen Effekt konnte er mittels Schmelzätzung durch eine Säure erzielen, wodurch eine bessere Haltefähigkeit für Acrylstoffe zustande kommt. Zunächst wurde das Verfahren für die Versiegelung von Grübchen und Fissuren in Kaueinheiten verwendet um Kariesprophylaxe zu betreiben. Danach benutzte es die Zahnerhaltungskunde, um mittels der Composite die Wiederherstellung frakturierter Zahnkronen, Kavitätenfüllungen und andere Maßnahmen durchzuführen, da das zahnähnlich aussehende Material optimale Rehabilitationsvoraussetzungen zu bieten schien. Im Bereich der Kieferorthopädie hat

sich das Schlagwort eingebürgert vom "Banding zum Bonding", da man in immer stärkerem Umfang bei fest-sitzender Regulierungsarbeiten dazu übergeht statt zementierter Bänder geklebte Einzelbrackets zu verwenden. Besonders für die Einstellung retinierter Zähne scheint diese neue Technik eine große Hilfe darzustellen, weil sie uns unabhängig von den bislang geübten Methoden macht. Früher war es notwendig eine solche retinierte Kaeinheit bis zum Zahnhals operativ freizulegen und dann durch eine Drahtanschlingung einen Angriffspunkt zu schaffen oder aber in der freigelegten Krone ein Häkchen in ein präpariertes Bohrloch einzuzementieren. Damit wurde eine irreversible Verletzung der Zahnhartsubstanz in Kauf genommen. Das Aufkleben der Brackets gestattet uns gleiche Kräfte einwirken zu lassen ohne die Zahnschubstanz zu verletzen.

Vorteile der Bracket-Klebertechnik

Das geschilderte System erlaubt uns den Zahn in seiner Bewegungsrichtung zu führen und bietet gegenüber den klassischen Verfahren viele Vorteile:

1. Zahnfleischentzündungen werden auf ein Minimum reduziert
2. Verbesserung der Mundhygiene
3. Erleichterung der Anwendung von Brackets bei verlagerten Zähnen
4. Separation von Zähnen unnötig
5. Elimination der Gefahr einer Dekalzifizierung unter den Bändern
6. Verbesserung des ästhetischen Aussehens
7. Verringerung der Arbeitszeit für die Einprobe und Anpassung der Bänder
8. Verringerung der Kosten, da man kein großes Bänderassortiment vorrätig halten muß

Zu 1: Reduzierung der Zahnfleischentzündungen

Bei vielen Kindern entwickelt sich eine leichte hyperplastische Gingivitis innerhalb eines Vierteljahres nach der Zementierung kieferorthopädischer Bänder oder der Eingliederung festsitzender kieferorthopädischer Apparate. Diese Gingivitis ist nicht nur Folge einer schlechteren Mundhygiene, sondern scheint auf einen Reizfaktor durch die orthodontische Behandlung mit Bändern selbst zurückzuführen zu sein (Zachrisson, 1976). Der gleiche Autor wies aber auch darauf hin, daß diese marginalen Zahnfleischentzündungen Reaktionen auf bakterielle Zahnbeläge sein könnten und die orthodontischen Kräfte nurmehr

eine untergeordnete Rolle spielen.

Man muß allerdings einräumen, daß bei Verwendung zu großer Brackets auch die Möglichkeit besteht eine solche Gingivitis über eine Speise- und Schmutzretention zu provozieren. Das kann auch zustande kommen, wenn die Brackets zu nahe am Zahnfleisch angeklebt werden oder wenn das verwendete Kunststoffklebematerial über das Bracket hinausreicht. Diese Situation entsteht besonders leicht dann, wenn man zum Fixieren (Bonding) Bindemittel mit Füller verwendet, deren Partikel die Größe von 5-20 Micron haben und die dadurch der Abrasion Widerstand leisten (Concise, Auto-Tach etc.). Weiterhin muß man berücksichtigen, daß die Klebematerialien rauh sind und dadurch eine günstige Haftfläche für Plaque-Ablagerungen darstellen.

Bei Composite mit Füllern, deren Partikel eine Größe von nur 0,2-0,3 Micron haben (Endur) sind hygienischere Verhältnisse zu erwarten, da die Belagansammlung geringer ist. Diese Adhäsive unterliegen auch einer Abrasion und der Überschuß wird teilweise mit der Zeit aufgrund der Kaukräfte, der Zahnbürstung usw. entfernt. Sitzt das Bracket in der Nähe des Zahnfleisches ist es wichtig Materialüberschuß zwischen Bracket und Zahnfleischrand sorgfältig zu entfernen. Diese Entfernung kann mit einem cement scaler durchgeführt werden, solange der Kunststoff noch nicht komplett abgebunden hat, das heißt im Zeitraum der Bracketpositionierung. Später kann man dafür auch eine Fräse vom Typ Elman verwenden.

Zu 2: Verbesserung der Mundhygiene

Aufgrund der von ihnen beobachteten Kariesentwicklung bei der Anwendung orthodontischer Bänder haben Sakamaki und Bahn (1968) sich für die Verwendung von Brackets

ausgesprochen, um eine verminderte Schmutzretention und damit eine Reduktion der Lactobazillen in der Plaque zu erreichen.

Durch das Aufzementieren der Brackets wird auf das Problem gelockerter Bänder mit nachfolgendem Eindringen von Speiseresten und Bakterien unter die Bänder und einer sekundären Dekalzifizierung ausgeklammert. Durch tägliche Spülung mit Fluorlösung und primäre Fluoridierung des Gebisses kann man allerdings dieses Risiko reduzieren.

Zu 3: Brackets bei verlagerten Zähnen

Nirgends treten die Vorteile des direkten Aufklebens von Halteelementen so offensichtlich zutage wie bei der Behandlung retinierter Zähne. Hier stellt das Aufbringen der Brackets eine hervorragende Möglichkeit dar nach chirurgischer Freilegung durch Fensterung oder Aufklappen des Schleimhautperiostlappens und Wegnahme der bedeckenden Knochenpartie den Zahn mit einem Attachment zu versehen und ihn dann in die gewünschte Richtung zu bewegen (Hablützel, 1976). Während bei der früher üblichen Anwendung der Bänder oder der Drahtumschlingung ein Zahn bis zum Äquator freigelegt werden mußte, braucht das direkte Bonding theoretisch nur den auf der labialen Fläche notwendigen Platz für die Bracketbasis.

Zu 4: Separation von Zähnen

Nach Cunat (1972) benötigt die Bebänderung der Zähne einen erheblichen Separationsraum, der sich aufgrund der Banddicke und der Zementschicht erklärt. Durch den Gebrauch von direkt auf den Zähnen fixierten Brackets entfällt diese Separationsnotwendigkeit und es kann daher auch das Problem ausgeklammert werden, welche sich durch das Wiederaufwandern der Zähne sekundär ergibt. Auch muß man daran erinnern, daß

das Einsetzen der Bänder gerade bei retinierten Zähnen extrem schwierig ist. Anatomische Abweichungen oder Frakturen der Zahnkronen stellen weitere Hindernisse für die Bebänderung dar. Man muß in diesen Fällen dann manchmal auf handgefertigte Bänder oder gar Gußkappen zurückgreifen, um Attachments fixieren zu können.

Zu 5: Gefahr der Dekalzifizierung

Bänder bedecken eine größere Zahnoberfläche als direkt zementierte Brackets. Sie werden durch den Zement gehalten, der sich aber auswaschen kann. Die unterschiedliche Morphologie des Zahnes, der Eruptionsgrad und die Speichelbedingungen des Patienten können gerade bei retinierten Kaeinheiten das korrekte Aufzementieren von Bändern so erschweren, daß eine relativ dicke Zementschicht verbleibt. Wäscht sich der Zement aus, so entsteht in diesen Schmutznischen dann eine Dekälzifikation und ein Kariesinitial. Nach Zachrisson (1978) haben Wisth und Bergencreutz eine Frequenz von 10 % losgelösten Bändern pro Jahr kalkuliert. Mizrahi (1977) bringt es auf eine Frequenz von 21 % bei der Behandlungsperiode für 102 Fälle, die er unterteilt in zentrale obere Schneidezähne (77%), laterale Schneidezähne (13%), erster oberere Molarzähne (12%), obere und untere Eckzähne (9%) und obere Prämolaren (3%). Aufgrund dieser schon bei voll-durchgebrochenen Zähnen ermittelten Daten versteht man die Schwierigkeiten, welche sich bei retinierten oder halberuptierten Kaeinheiten bei der Bebänderung ergeben. Gerade hier wird der Vorteil der nur flächenhaft zu fixierenden Brackets verdeutlicht.

Zu 6: Verbesserung der Ästhetik

Bänder stellen zweifellos eine ästhetische Beeinträchtigung im Aussehen des Patienten dar, besonders dann wenn sie in der Frontregion appliziert werden müssen. Da aufgeklebte Brackets heute auch aus durchsichtigem Kunststoffmaterial zur Verfügung stehen und damit wesentlich zahnähnlicher sind, entfällt diese Beeinträchtigung. Gegenwärtig eignen sich diese Plastikbrackets (Polycarbonat) nur dann wenn man zur Zahnschmelzadhäsion einen Primer verwendet. Ein Nachteil dieser Brackets ist, daß sie Wasser aufsaugen und sehr leicht, besonders an den Flügeln brechen. Außerdem neigen die Plastikbrackets zur Pigmentierung und sie sind gegenüber bestimmten Drehbewegungen am Zahn nicht steif genug. Verschiedene Versuche, diese Schwierigkeiten abzustellen, laufen auf eine Änderung der Bracketform hinaus, damit diese für die Klebstofftechnik geeigneter werden. Daneben versucht man verstärkte Plastikbracket zu entwickeln und eventuell auch Metallbrackets mit Kunststoffüberzug einzusetzen. Auch gibt es bereits erste Metallbrackets auf Netzbasis, bei denen die Flügel überzogen sind und damit zahnfarben (Dentaurum Pforzheim). Auch bei diesen Brackets stellte sich jedoch heraus, daß die Farbe verloren geht und das hat ihre Anwendungsmöglichkeit eingeschränkt.

Zu 7: Verringerung der Arbeitszeit

Betrachtet man den zeitlichen Aufwand für die Bebanderung und vergleicht ihn mit dem Zeiteinsatz für das Aufkleben von Brackets, so wird der Vorzug letztgenannter Methode besonders erkennbar. Für die Totalbebanderung des Gebisses werden im Durchschnitt 2 Stunden angesetzt, während man für die Klebetechnik an sämtlichen Kauflächen etwa 40 Minuten braucht. Das erklärt eine Analyse an schwedischen Zahnkliniken, die Zachrisson im

folgenden Satz zusammenfaßt.

"I do believe that the one who really has learned the clinical tricks, and this takes some time and instruction from more experienced colleagues, cannot ever more think of going back to bands again".

Zu 8: Kostenverringerung

Da Bänder der Zahnmorphologie jeweils angepaßt sein müssen und eine individuelle Herstellung sehr kostenaufwendig wäre, muß der Zahnarzt ein großes Auswahl-sortiment zur Verfügung halten. Der hohe Preis der Bänder führt bei dieser Vorratshaltung dazu, daß sie ein finanzielles Problem darstellt. Einmal direkt zementierte Brackets können aber auf praktisch allen Kaeinheiten eingesetzt werden und sind auch wieder zu verwenden, während das bei den durch einmaligen Gebrauch verbogenen Bändern oft nicht möglich ist.

Zur Ätztechnik

Die Ätzung des Zahnschmelzes erhöht die Adhäsion von Kunststoffen und wird heute auf breiter Basis benützt. Am Anfang wurde die Ätztechnik (Enamel Etsching) für Versiegler verwendet, um die Zahnresistenz gegenüber Karies zu erhöhen. Anschließend wurde sie bei Wiederherstellung abgebrochener Frontzähne verwendet. Zuletzt schließlich bei kariösen Läsionen der Klasse III und V.

In letzter Zeit dient diese Technik vorwiegend der Fixation von Brackets. Hier unterscheidet sich der Vorgang von den vorherigen, da es sich hier um klinisch gesunde Zähne handelt. Diese tragen Brackets nur im Behandlungszeitraum und theoretisch sollten nach Abschluß der Behandlung keine Dauerschäden bei den so behandelten Zähnen verbleiben.

Der Hauptgrund für die Ätztechnik ist es, die Retention des verwendeten Materials zu erhöhen. Welche Änderungen bedingt die Ätzung im Zahnschmelz, und wodurch erhöht sich die Haftfestigkeit ?

Bounocore (1955) zeigte als erster, daß die Haftung von Acrylkunststoff erhöht werden konnte, wenn man den Zahnschmelz mit Orthophosphorsäure 85% vorbehandelt. Zahlreich sind die Forschungen in Bezug der verschiedenen Konzentrationen der verschiedenen Säuretypen (Yankelson, 1975).

Autor	Konzentration	Dauer
Retief et al., 1970	50% H_3PO_4	60 Sekunden
Cohl et al., 1972	50% H_3PO_4 +7% ZnO_2	90 Sekunden
Silverman et al., 1972	50% H_3PO_4 +7% ZnO_2	60 Sekunden
Silverstone, 1974	50% unbuffered H_3PO_4	60 Sekunden
Wickwire und Rentz, 1973	50% H_3PO_4 (cement liquid)	4 Minuten
Miura et al., 1974	65% H_3PO_4	40 Sekunden

Die Kriterien, die zur Beurteilung der verschiedenen Ätzformen allgemein verwendet wurden, sind folgende:

- a) die verloren gegangene Zahnschmelzoberfläche,
- b) die Länge der erhaltenen Kunststoffeindringungen (tags),
- c) die entwickelte Tensile Bond Strength,
- d) eine Kombination dieser Kriterien.

Ohsawa (1972) hat 15 Säuren in einer Serie verschiedener Konzentrationen für die Ätzung geprüft und dabei die Quantität des entfernten Zahnschmelzes, die übrigbleibende Zahnschmelzoberfläche und die Adhäsion dieser Oberfläche in Betracht gezogen. Die Phosphorsäure zeigt ein ausgewogenes Verhältnis in alten Eigenschaften, da sie eine aktive Ätzung vorweist, eine unregelmäßige Oberfläche für die mechanische Bindung hinterläßt und eine hohe Bond Strength vorweist. Das Pyruvat gibt ebenfalls gute Effekte, aber Nachrichten über das klinische Verhalten dieser Säure lassen Bedenken aufkommen. Die Citratsäure ist nicht so wirksam wie die Phosphorsäure.

Brauer (1972) hat gesehen, daß Milchsäure 20%ig wirksamer und besser ist als Phosphorsäure 50%ig (mit Zinkoxyd 7%ig), aber seine Versuche wurden nur auf Rinderzähnen ausgeführt. Silverstone (1974) zeigte, daß es mit dem Acid Etching zwei verschiedenen unabhängige Zahnschmelzabänderungen gibt. Es gibt einen Oberflächeneffekt, wo eine variable Quantität des Schmelzes weggeätzt wird und es gibt einen Sub-Oberflächeneffekt, wobei die Sub-Oberfläche des Schmelzes porös wird. Er unterstrich in einer Serie von Versuchen mit Fissuren-Sealants, daß die Bedingungen für die größte Retention mit einer 30%igen Phosphorsäure erreicht wurden. Die Sealantfabrikanten hingegen schlugen Phosphorsäure 50% mit 7% Zinkoxyd vor. Die mit dieser Ätzung erhaltenen Tensile Bond Strength war gleich der mit 30%iger Säure.

Retief (1974) verwendete einen epoxydischen Klebstoff und hat 3 Ätzlösungen verglichen indem er den Effekt auf den Kontaktecke, die Bond Strength und den Enamel Etching Grad in Betrachtung zog. Die Ergebnisse zeigten, daß die Lösungen mit Phosphorsäure 50% mit Zinkoxyd 7% den **Kontakteckenhalt** mehr reduzierten und die Bond Strength am meisten erhöhten. Eine Lösung aus 50%iger Orthophosphorsäure ätzte die Schmelzoberfläche auf einer größeren Ausdehnung. Die Citratsäure 50% war am wenigsten wirksam. Eine weitere Valuationsmethode wurde von Williams, De Vries und Despain (1973) vorgeschlagen, wobei an Stelle der Bond Strength-Wertung ein Blister Test verwendet wurde. Unter Luftdruck erhält man eine größere oder geringere Entfernung des Adhäsivs, welche eine Blase verschiedener Größe bildet.

Was man aus der Literatur von verschiedenen Materialfabrikanten ersehen kann, so treten folgende Daten hervor:

1. Mit kontrollierter Ätzung werden nur kleine Quantitäten Zahnschmelz entfernt. Der normale Zahnschmelz weist eine Stärke von 1000-2000 Micron auf. Eine Behandlung mit Orthophosphorsäure 30-40% für eine Minute entfernt 8-10 Micron Zahnschmelz und bildet in der übrigen Oberfläche Taschen von 15-30 Micron Tiefe (Silverstone, 1973; 1974).
2. Im Vergleich: Eine Prophylaxebehandlung entfernt 5-10 Micron vom Zahnschmelz. Nach diesen Daten der Schmelzätzung wird eine sehr geringe Menge entfernt und dies wird mit der Abrasivbürste bestätigt, welche den der Dekalzifizierung nachfolgenden weißen Effekt entfernt und somit einen Zahnschmelz hinterläßt, welcher genauso aussieht wie jener, der der Prophylaxis unterzogen wurde.

3. Unter dem klinischen Aspekt scheint es nicht von praktischer Bedeutung zu sein, ob man 37%ige Orthophosphorsäure oder 50%ige Orthophosphorsäure in Form von Flüssigkeit oder Gel verwendet und gehäuso, ob man nach der Ätzung mit Alkohol oder Luft trocknet (Gorelick, 1977).

Neuere Forschungen von Smith et al. (1976) mit $H_3^{32}PO_4$ Gel 50%, radioaktiv, haben ergeben, daß nach der Ätzung trotz der Abwaschung eine bedeutende Menge der Säure, 20%-40% von der Ausgangsmenge, weiterhin agiert und der Abwaschvorgang unterbricht nicht die Aktion der Säure, welche weiterarbeitet. Die Säure dringt also in eine größere Tiefe, circa 50 Micron, also tiefer als die Penetrationsangaben der Fabrikanten, die nicht mehr als 10 Micron wäre. Dies bedingt natürlich Überlegungen in Bezug auf die Remineralisierung des Zahnschmelzes. Auf Grund dieser Forschungen scheint die Säureaktion nicht bis an die Grenze Amelo-Dentin vorzudringen.

Die Vorbereitung der Zähne für die Brackets ist eine Routineangelegenheit und es ergeben sich keine Variationen für die verschiedenen Brackets, Adhäsive etc.. Grundsätzlich muß die Zahnschmelzoberfläche mit einer Bürste und einer Abrasivpaste gründlich gereinigt werden und mit fluorfreiem Wasser abgespült werden. Die gewöhnlichen Pasten zur Säuberung und Glanzung der Füllungen und der Zähne sind nicht ratsam, da diese nämlich Vaseline oder andere Substanzen beinhalten, welche die Ätzung verhindern.

Die Ätzung wird gewöhnlich für eine Minute ausgeführt und die Säure wird auf die Zähne entweder mit Watte, Pinsel oder Microschwämmen aufgetragen.

Ein noch diskutierter Punkt ist die Frage, ob die Säure auf die ganze vestibuläre Oberfläche aufgetragen werden muß und somit in die Nähe des Zahnfleisches kommt.

Vor allem in der Nähe des Zahnfleisches bilden sich Bakterienbeläge und somit ist das eine günstige Zone für die Kariesbildung.

Die Ätzung in der Nähe des Zahnfleisches ist nicht so wirksam wie an anderen Zahnstellen und der Grund liegt höchstwahrscheinlich in der Prismenorientierung des Zahnschmelzes. Weiterhin denkt man an eine mechanische und chemische Aktion der Flüssigkeit des Zahnfleisches. Mechanisch entfernt diese Flüssigkeit die Säurelösung und chemisch verbinden sich die Proteinen dieser Flüssigkeit mit der Säure, welche nicht mehr so wirksam in der Dekalzifizierung ist. Das Sealant hat auch eine Funktion der Verstärkung gegenüber der Adhäsion der Brackets mittels dem Adhäsiv (Meurman und Nevaste, 1978). Die Verwendung des Sealants erleichtert das Anbringen der Brackets, da das Problem der Feuchtigkeitskontrolle nach Anwendung des Sealants auf der geätzten Oberfläche nicht mehr so entscheidend ist wie vorher. Es bleibt aber weiterhin eine Befeuchtung durch Speichel oder Wasser zu vermeiden. Die Adhäsion scheint durch die Verwendung des Sealants verbessert.

Durch das Sealant wird das Debonding oder Entfernen der Brackets erleichtert, da eine geringere Menge vom Adhäsiv notwendig ist und das Abbrechen sich eher zwischen Zahnschmelz Adhäsiv ereignet und somit das Bracket mit dem Adhäsiv entfernt wird und die Zahnoberfläche sauber zurückbleibt.

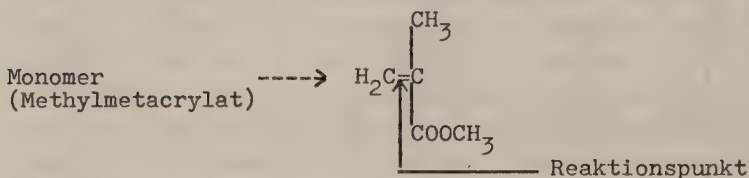
Ätzmittel und deren Beschreibung

Name des Produktes und Fabrikant	Aspekt	H ₃ PO ₄ (%)	Menge + Kosten	Ätzeit	Hinweise des Fabrikanten
Curcine (K) Brand Etching Liquid (3 M Co)	farbloser Flüssigkeit	37	40 g / 6 ¢	1 Min.	Ätzmittel mit Microschwämmen auftragen.
Indicator Etch (Dent-al-es)	grüne Flüssigkeit	38	2,5 cc o 3,1 g/15 ¢ 4,65 ¢/g	bis eine blaue Farbe erscheint	Ätzmittel wird aufgespritzt. Wenn Ätzung komplett ist, dann erscheint blaue Farbe. Beinhaltet einen Indicator.
Restodent Etching Agent (Lee Pharmaceuticals)	Gel von roter Farbe	50	6 g/3,5 ¢ 60 c/g	2 Min.	Ätzmittel wird mit Watte aufgetragen für 2 Minuten. Durch nachhören wird Gel eine violette Flüssigkeit.
Control-Etch Dental Etching Agent (Dent-Wat, Inc)	grüne Flüssigkeit	25	3 spritzen 7,5 cc o 8,5 g/39 ¢ 4,6 ¢/g	± 2 Min. bis eine violette Farbe erscheint	Ätzmittel wird aufgespritzt. Wenn Ätzung komplett Flüssigkeit wird gelartig. Ein blau-violetter Belag bleibt auf dem Zahn.
Natural Etchant (H.J. Bosworth Coy USA)	grüne Flüssigkeit	40	9,0 g/6 ¢ 67 c/g	1 Min.	Ätzmittel wird mit Watte oder Pinsel aufgetragen. Ein Indicator wird einen Purpurbelag ansetzen.
Adaptic Glaze Etching Liquid (Johnson & Johnson)	farbloser Flüssigkeit	35	9 g/rt 27,5 ¢/rt mehr als mit verfügbar	1 Min.	Ätzmittel wird mit Watte aufgetragen.
Adaptic Bonding Agent Etching Liquid (Johnson & Johnson)	farbloser Flüssigkeit	50 (damals jetzt 35)	9 g/rt 27,5 ¢/rt mehr als mit verfügbar	1 Min.	Ätzmittel wird mit Watte aufgetragen.

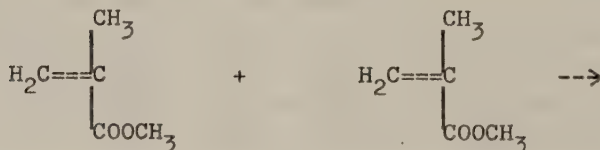
Zum Kunststoff-Adhäsiv

Die Kunststoffe, welche wir zur Bracketfixation verwenden gehören zu 2 verschiedenen Gruppen:

- A) Methylmetacrylat-System, wo man ein Monomer (Flüssigkeit) mit einem Polymer (Pulver) verwendet, ähnlich wie man totale Prothesen und orthodontische Apparate vorbereitet.



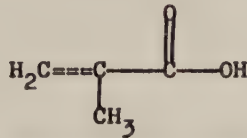
Dies ist ein verhältnismäßig kleines Molekül mit nur einem Reaktionspunkt für die Polymerisierung, die Vinyldoppelbindung. Mit einem Energiebeitrag (unter der Form von Wärme, Katalysator oder UV-Energie) kann sich dieses Molekül mit einem gleichen Molekül kombinieren.



Monomer

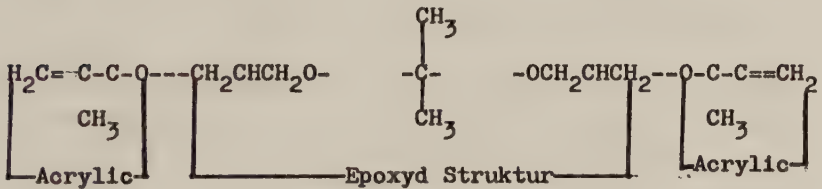
Somit erhält man mit mehreren Einheiten von Methylmetacrylat, ein Polymethylmetacrylat.

Diglycidiläther vom Bisphenol A (epoxydischer Kunststoff)
und metaacrylsche Glazialsäure (GMA)

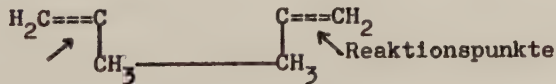


metaacrylsche Säure

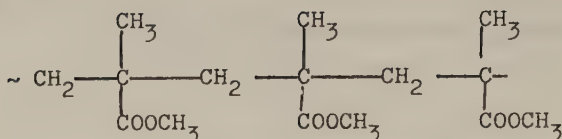
Verbindet man 2 Moleküle von GMA und ein Molekül epoxydi-
schen Kunststoff (BIS)



so erhält man ein Molekül von hohem Molekulargewicht (BIS-
GMA), welche die Charakteren der Resistenz besitzt und 2
acrylsche Gruppen aufweist, die sehr reaktiv sind. Das Mole-
kül besitzt 2 Reaktionszonen



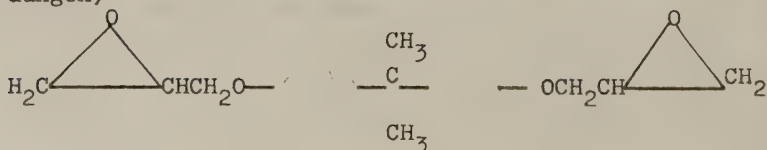
Dieses Molekül kann sich mit einem gleichen Molekül ver-
binden und somit eine Struktur mit dreidimensionalen Bin-
dungen bilden (cross-linking)



Das Methylmetacrylat (Monomer) ist ein kleines Molekül, was auch zur Aufräuhung der Basis der Plastikbrackets (Polycarbonat) verwendet wird, um eine gute Adhäsion zu erhalten. Die Kunststoffe von diesem Typ bilden lineare Polymere (im Vergleich der Polymer cross-linking) und sind daher als thermoplastische Struktur geeignet, da sie unter Wärmeaussetzung schmelzen. Auf Grund des geringen Molekulargewichtes (kleine Moleküle) erfolgt während der Polymerisierung eine Kontraktion bei der Durchgangsphase vom flüssigen zum festen Stoff. Ein anderer Nachteil dieser Polymethylmetacrylate ist das größere Aufsaugen von oralen Flüssigkeiten im Vergleich zu nicht linearen Kunststoffen mit dreidimensionalen Molekülen (cross-linking).

B) Ein anderer Typ bezieht sich auf epoxydische Kunststoffe mit akrylischer Abänderung, welche als Kunststoffbasis fungiert und ein Methylmetacrylatmonomer als Co-reagent (Dimetacrylat) und Verflüssiger der Viskosität. Dieser zweite Kunststofftyp ist das Grundmaterial für Composite-Material und für viele Bonding Systeme.

Die Bezeichnung kommt vom epoxydischen Molekül, welche das hohe Molekulargewicht bringt und eine feste, bifunktionelle Struktur (jedoch Molekül hat 2 Reaktionsbindungen)



Es bildet sich so ein Polymer, das äußerst starr ist (thermostabiler Kunststoffen) und welches auch sehr resistenz ist, wenig Wasser aufsaugten und während der Polymerisierung eine geringe Kontraktion erfährt. Dieser Kunststoff BIS-GMA ist ein sehr visköser Kunststoff und verlangt somit eine Verflüssigung für die Zahnapplikation. Es wird daher ein Monomer mit geringer Viskosität, normalerweise Dimethylmetacrylat (noch ein bifunktionelles Molekül) hinzugefügt, um den Kunststoff BIS-GMA flüssiger zu gestalten und das cross-linking zu erhöhen.

Wenn man die Menge des Dimethylmetacrylat in dem viskösen BIS-GMA erhöht, so erhält man eine größere Penetration des Kunststoffes in den geätzten Zahnschmelz (Sealant).

Wenn man die Menge des Dimethylmetacrylat in dem viskösen BIS-GMA erhöht, so erhält man eine größere Penetration des Kunststoffes in den geätzten Zahnschmelz (Sealant).

Wenn man aber die Viskosität der BIS-GMA beibehält, so erhält man eine größere Konsistenz, die für die Fixierung der orthodontischen Brackets nützlich ist.

Zur Polymerisierung

Die Polymerisierung ist ein Prozeß, wo einzelne Moleküle, das Monomer, sich verbinden in einem großen Netz, dem Polymer. Die Polymerisierung kann mit verschiedenen Mitteln erreicht werden. Die Temperatur allein bringt schon eine Polymerisierung (dies erklärt die Notwendigkeit dieses Materials in einem Kühlachrank aufzubewahren). Die Polymerisierung kann auch mittels der Energie des UV Lichtes erhalten werden. Eine andere Möglichkeit ist die chemische Polymerisierung mit einem Katalysator (ein Peroxyd), der in einem der 2 Bonding-Systeme ist und somit die Polymerisierung beschleunigt.

Der Grundkunststoff und die Verflüssiger enthalten eigentlich die gleichen Komponenten. Wenn sie zusammengemischt werden, dann aktivieren sie den Katalysator (bilden ein freies Radikal, ein nicht gebundenes Elektron), der dann die vinylische Doppelbindung des Kunststoffes zu anderen Bindungen führt. Diese Reaktion ist temperaturabhängig und kann mit Kälte verlangsamt und mit Wärme beschleunigt werden. Die Temperaturdifferenz zwischen Praxisraum und dem Mund verdoppeln praktisch den Reaktionsgrad. Die Polymerisierungszeit kann auch mit Änderung der Komponenten und des Katalysators variiert werden, aber dies ist nicht ratsam, eventuell kann man die Temperatur ändern z.B. um die Reaktionszeit zu beeinflussen: Man kann z.B. vor der Polymerisierung das Material auf einer kalten Platte mischen

Technik der direkten Bracketfixation

I. Allgemeine Betrachtungen

A) Vorteile

1. Trauma bei Bracketanwendung gering
2. Keine Separation
3. Kaum Dekalzifizierung
4. Gute Zahngesundheit durch erleichterte Mundhygiene
5. Geringes Sortiment von Brackets erforderlich

B) Gegenindikationen

1. Zähne mit sehr großen Füllungen
2. Zähne mit künstlichen Kronen
3. Zähne mit kurzer klinischer Krone

C) Schwierigkeiten

1. Zeit für die Bracketentfernung verlängert sich
2. Schwierigkeiten bei der Bracketanlagerung

II. Technik der direkten Bracketaufklebung

1. Reinigung der Zähne mit fluorfreier Abrasivpaste
2. Ätzung der ausgewählten Zahnschmelzregion
3. Trocknung
4. Aufkleben des ausgewählten Brackets mit dem Adhäsionskunststoff, wobei der Knopf durch einen Wachsstreifen festgehalten wird

III. Besonderheiten

Brackets müssen für einige Sekunden festgehalten werden und die Zähne sind gut trockenzulegen

IV. Materialien

Zwei Plastikspritzen mit verdünntem Concise aufgefüllt. Dafür wird die Paste mit dem flüssigen Kunststoff des Enamel Bond gemischt.

Auf die gereinigten und angeätzten Zähne werden einige Tropfen der verdünnten Concise Paste (Universal und Katalysator) mit dem Kunststoffspatel vermischt und auf die Basis des Brackets aufgetragen. Das Bracket wird dann mit der Pinzette fixiert. Die Assistenz mischt nun für 3 - 5 Sekunden Tropfen des Enamel Bond an und überträgt es mit kleinen Schwämmchen auf die vorher angeätzte vestibuläre Zahnoberfläche. Das Bracket wird jetzt in der gewünschten Position dem Zahn angelagert und für ca. 60 Sekunden festgehalten. Am Ende wird kontrolliert, daß kein Material (Enamel Bond oder Concise) zwischen den Zähnen zurückbleibt.

Besonderheiten:

Der Patient kann ein nicht fixiertes Bracket verschlucken. Brackets können häufiger als Bänder brechen.

V. Schlußfolgerung

Für den Erfolg der Bonding-Technik ist eine gut gesäuberte Zahnoberfläche Grundbedingung. Diese Oberfläche muß trocken sein und eine gute Anätzung erfahren. Das Trockenhalten während der Abbindezeit ist schwierig. Der eventuelle Austausch von Watterollen muß erfolgen, ohne die Zahnoberfläche zu berühren. Man darf nicht zuviel Kunststoffmaterial verwenden, um die Überschußentfernung auszuklammern. Überschüsse sollten vor einer endgültigen Abbildung beseitigt werden.

Entfernen der Brackets (Debonding)

Studien über die Probleme beim Entfernen der Brackets gibt es wenig. Empfohlen wird dafür der Einsatz von manuellen Instrumenten: Zangen, cementscalers, Schleifpapier, Diamantfräsen, Fräsen aus Tungsten, Abrasivspitzen, Harzfräsen mit geringer Geschwindigkeit, Abrasivpulver, Bimsstein usw.

Gwinnett und Gorelick (1977) haben bei extrahierten Zähnen Brackets, die mit drei verschiedenen Klebstoffen aufgebracht waren, wieder entfernt. Dabei handelt es sich bei den Klebstoffen einmal um Material mit hohem Füllgehalt (Fuller 70%, Concise 3M), Material mit geringem Füllgehalt (Fuller ca. 4 %, Endur ORMCO) und ein Material ohne Füller (Polymethylmetacrylat Bracket Bond). Gearbeitet wurde mit verschiedenen Instrumenten wie manuellen Fräsen, Bimsstein usw. Dabei ergab sich folgender Vorschlag als Quintessenz:

Bei Material mit hohem Füller-Gehalt:

Der sogenannte sharp ligature cutter wird im Zwischenraum zwischen Klebstoff und Zahnschmelz angesetzt und anschließend eine Druck- und Abscherkraft ausgeübt. Gelegentlich gelingt es sogar, daß gesamte Bracket mit allem Klebstoff zu entfernen. Besonders ergibt sich das bei Prämolaren oder Eckzähnen. Sonst bleiben leicht Rückstände des kohäsiven Materials am Zahnschmelz zurück. Kann man die mit dem Handinstrument nicht leicht beseitigen, so benutzt man eine flammenförmige Fräse, wobei man sich aber hütet den Zahnschmelz zu berühren. Danach geht man mit einem grünen Gummirad an die restlichen Klebstoffmaterialien heran und poliert unter Wasserkühlung. Schließlich kann man auch einen Cement scaler benutzen. Dabei ist der Druck aber so zu dosieren, daß man möglichst nicht den Zahnschmelz verkratzt. Verbleibende Überreste

könnten Farbveränderungen wegen Bakterieneinlagerung begünstigen und deshalb ist das Debonding sehr sorgfältig durchzuführen. Abschließend wird mit Bimsstein von mittlerer Rauheit oder Abrasivpaste poliert.

Bei Material mit geringem Füller-Gehalt oder ohne Füller:

Hier geht man in der ersten Phase wie vorhin beschrieben vor. Restbestände sind jetzt relativ leicht mit einem Cement scaler oder mit dem grünen Gummirad abzupolieren. Diese Adhäsivstoffe sind weicher und leichter zu entfernen. Die Verwendung von Instrumenten erfolgt ohne wesentliche Druckausübung und man verringert dadurch die Möglichkeit Schmelzkratzer zu setzen.

Klinischer Teil

=====

Versorgung von kindlichen Zahntraumen

In der Kinderzahnheilkunde sind die Composite Materialien gerade bei Traumen der Zahnkronen von großem Nutzen, aber auch bei der Fraktur von Zahnwurzeln, Alveolarfrakturen, Mandibularfrakturen etc. und ebenfalls in Fällen von Subluxationen, Luxationen (Intrusionen, Extrusionen) etc. Bekanntlich benutzt man in allen diesen Fällen eine Schiene zur Reposition luxierter Zähne und ihrer mechanischen Stabilisierung.

Die Literatur empfiehlt hierfür eine Vielfalt von Materialien: Drahtligaturen, selbstpolymerisierende Kunststoffe, orthodontische Bänder und Drähte, Parodontalverbände und gegossene Schienen. Jedoch besitzt keine dieser Schienen alle wünschenswerten Eigenschaften, die Andreason (zit. Koidin, 1977) wie folgt definiert hat:

1. Direktes Einsetzen im Mund ohne unnötige Verzögerung durch Laborarbeiten,
2. nicht traumatisch für die verletzten Zähne während des Einsetzens,
3. Immobilisation der verletzten Zähne in einer normalen Lage,
4. ausreichende Fixation während der Heilperiode,
5. nicht-traumatisch für die Schleimhäute und zugänglich für mundhygienische Maßnahmen,
6. Möglichkeit einer eventuell notwendigen Wurzelbehandlung,
7. Erfüllung kosmetischer Anforderungen.

Die Einführung der Composite Materialien und der Acid-Etching Technik hat einen großen Fortschritt in diesem Bereich gebracht und erlaubt dem Kliniker mit größerer Leichtigkeit und Schnelligkeit in diesen Verletzungs-

fällen vorzugehen, vor allem bei Subluxationen, Luxationen etc.

Die Vorteile von Schienen, die aus Composite hergestellt werden, sind folgende (nach Koidin):

1. Leichte und schnelle Herstellung - ein Minimum von Behandlungszeit am Stuhl für das Kind.
2. Verwendbar für alle Gebißentwicklungsstufen - Milch-, Wechsel- und bleibendes Gebiß.
3. Minimales Trauma für Hart- und Weichgewebe, während und nach der Herstellung, minimale Irritation empfindlicher Zähne, die Frakturen erlitten oder aus der Alveole gedrückt wurden.
4. Gute Immobilisation der verletzten Zähne in den meisten Fällen. Die Stabilisation ist gut und funktionsfähig und erlaubt eine schnelle Heilung des Parodontiums. Mundhygienische Maßnahmen sind möglich und leicht durchzuführen.
5. Wenig Okklusionsstörungen. Die geringe Masse dieser Schiene macht das Tragen für das Kind relativ angenehm.
6. Ausgezeichnete Kosmetik im Vergleich zu anderen Schienungsmethoden.
7. Einfache Reparaturmöglichkeit bei Bruch.
8. Bei der anschließend beschriebenen Methode, die an Häkchen verankerte Labialdrahtbogen verwendet, kann der Draht zur Kontrolle der Festigkeit der traumatisierten Zähne leicht abgenommen werden.

Es gibt verschiedene Nachteile im Zusammenhang mit der Konstruktion und der Anwendung der Composite Schienen, die den Kliniker veranlassen könnten, eine andere Form der Immobilisierung zu wählen (Koidin):

1. Die Mitarbeit des Patienten und gute Isolation der Zahnoberfläche ist notwendig, um ein trockenes Behandlungsfeld zu schaffen. Falls die Weichgewebe stark bluten, oder wenn der Patient nicht ruhig ist, werden Adhäsion und Retention des Composite ungünstig beeinflusst.
2. Bei Schienung mit Labial-Drahtbogen ist die Passivität des Bogens wichtig; sonst können unerwünschte orthodontische Kräfte auf die verletzten Zähne einwirken.
3. Die notwendigen Werkstoffe, z.B. Nuva-Lite, können für den Kliniker nicht sofort zugänglich sein, vor allem nicht im Notfallraum eines Krankenhauses.

Koidin beschreibt drei verschiedene Schienen:

- A. Schiene nur aus Composite
- B. Schienung mit Composite, kombiniert mit Häkchen und verankertem Labialdrahtbogen
- C. Schiene aus Composite und Labialdrahtbogen.

zu A Schiene nur aus Composite

Die Zähne, die in die Schiene einbezogen werden sollen - im Idealfall wenigstens zwei feste Pfeiler auf jeder Seite der verletzten Zähne - werden zuerst mit Bimsstein oder, falls das zu störend wäre, mit einem Tupfer gereinigt. Die Zähne sollten, falls durchführbar, von Blut und Speichel mit Watterollen oder Kofferdam isoliert werden. Dann werden die Zahnoberflächen, möglichst labial und lingual, zwei Minuten mit 50%iger Phosphorsäure geätzt. Das Composite wird dann entsprechend den Anweisungen des Herstellers auf

die labialen, lingualen und approximalen Flächen angebracht. Man modelliert ein Band von 3 bis 5 mm Dicke in der Mitte der klinischen Zahnkronen.

Im Falle, daß eine Reposition notwendig ist, so werden die Zähne unter lokaler Anästhesie reponiert und mit der Hand in der richtigen Position gehalten bis das Composite Material abgebunden hat.

Wenn Zahnkronenfrakturen vorliegen, so wird das freiliegende Dentin, eventuell die Pulpa, mit Calciumhydroxyd und Composite Material geschützt, falls keine Wurzelbehandlung notwendig ist. Das Composite kann nach dem Aushärten bearbeitet und poliert werden und die Okklusion wird sorgfältig kontrolliert.

zu B. Schienung mit Composite, kombiniert mit Häkchen und Labialdrahtbogen

Wenn man Halterungen zur direkten "Zementierung" zur Verfügung hat, seien sie aus Kunststoff oder Metall, so kann man diese nach Ätzung der labialen Zahnoberfläche der Frontzähne anlegen. Zum direkten Ankleben "Zementierung" dieser Halterungen ist es notwendig, die Oberfläche vor der Ätzung zu reinigen. Weiterhin müssen die gebrochenen Zähne mit Hilfe der Finger festgehalten werden. Falls eine Dislokation der Zähne vorliegt, so kann ein für die Front passender Teil-Drahtbogen .017 oder stärker angelegt werden. Er muß dem Zahnbogen anliegen und wird dann ligiert. Im Falle einer Verschiebung kann man eine langsame Reponierung vornehmen, indem man Fäden mit zunehmenden Durchmesser verwendet (siehe Abb.). Vor allem in den Wechselgebiss-Jahren muß ein ganzer Drahtbogen bis zwischen die ersten Molaren geführt werden.

zu C. Schiene aus Composite und Labialbogen

Ein stärkerer Drahtbogen (.030 inch oder stärker), wird passiv den zu schienenden Zähnen angebogen und an den Zähnen durch Auftragen von Composite befestigt, das ist eine vielseitige Schiene für Fälle mit großem Diastema oder nicht durchgebrochenen Zähnen (Koidin). Die Schiene gibt eine sichere Stabilisierung in schwierigen Fällen, besonders wenn die lingualen Flächen der Zähne mit Composite bedeckt werden. Der Draht muß sorgfältig völlig in das Composite eingebettet werden. Das bedeutet, daß er nicht direkt auf den Zahnoberflächen anliegt, da das die totale Oberfläche des Composite, die auf dem Schmelz haftet, verringern würde.

Die selbsthaftende Draht-Composite-Schiene findet besonders im Milchgebiß vorteilhafte Anwendung. Dies ist immer eine schwierige Zeit, um traumatisierte Zähne zu fixieren. Ein dünner Draht (.017) wird verwendet, um die Milchzähne zu schienen und kleine labiale Kavitäten können in die Endpfeller präpariert werden, um die eingezogenen Enden dieses Drahtes zu befestigen. Diese Variante der Grundtechnik sichert zusätzliche Stabilität der Schiene auf den für Retention schlecht geeigneten Milchzähnen. Als Retentionszeit dürften vier bis sechs Wochen für Luxationsfälle und zwei bis drei Monate für Wurzelfrakturen und Expulsionen geeignet sein.

Behandlung von Zahnfrakturen mit Brackets und Composite-Material

Eine der ersten Anwendung der Anamel Bonding Technik in der oralen Chirurgie wird auf Iranpour (1974) zurückgeführt.

Dieser Autor verwendete als Material Nuva Seal und Nuva Fil, indem er an Stelle des üblichen "circumdental wiring" einen Metallhaken auf dem Zahn befestigte. Im Versuch hat Iranpour dem geätzten Schmelz Composite Material und darin ein Metallstück als Haken angebracht. Für einen Zeitraum von 8 Wochen wurden an diese Haken Gewichte von 1 kg gehängt und ständig mit Wasser bespritzt. Man konnte keine Separation zwischen Haken, Adhäsiv und Zahnoberfläche beobachten. Dieser Autor verwendete für diese Technik der Immobilisierung bei Mandibularfrakturen Metallhaken vom Typ Erich, die anfangs auf den Zähnen befestigt wurden und später wurden diese Haken im Composite Material selbst modelliert. Diese Haken im Composite Material (Nuva Fil) wurden mit einer breiten Basis modelliert und waren verhältnismäßig dick.

Diese direkte Modellierung der Haken im Composite Material unterstreicht ein Problem von großem praktischen Interesse: Trotz der wertvollen Enamel Bonding Technik, besitzen wir noch keine passenden Haken für diese Technik, und sind gezwungen selbst Haken zu schneiden oder direkt zu modellieren.

Miura et al (1974) haben das Material Orthomite bei der Behandlung von Frakturen und in Fällen von maxillärer und mandibulärer Resektion verwendet und haben es als speziell ideal gefunden, bei Patienten mit Milchgebiss und Wechselgebiss, wo eventuell sonst Schwierigkeiten auftreten.

Die Behandlung wurde mittels Plastikhalterungen vorgenommen, die direkt auf die Zähne befestigt wurden und

dann mit einem runden Drahtbogen .018 abgebunden. Die Reponierung wird mit einer Traktion durch intermaxillärer Gummibänder erreicht.

Die gleiche Technik wurde für die Behandlung der typischen Fälle der Klasse III mit mandibularer Resektion verwendet.

Diese Technik wurde auch von anderen Autoren erprobt und einige Fälle wurden auch von uns persönlich kontrolliert.

Was man bisher beobachten konnte, so bietet diese Technik Vor- und Nachteile wie folgt:

Vorteile:

Das Einsetzen von Haken ist einfach, ist für den Patienten nicht schmerzhaft und bringt keinen Schaden für das Zahnfleisch und das Parodontium des Patienten. Das Einsetzen ist schnell und billig, wenn man Material verwendet, was keine besonderen Geräte erfordert (z.B. UV Lampe). Man beobachtet keine Irritation des Zahnfleisches wie man es bei der traditionellen Technik sehen kann, besonders bei dem Metallbogen, der auf den einzelnen Zähnen mit einer circumdentalen Bindung befestigt wird. Es besteht die Möglichkeit die Immobilisierung der Haken zu verstärken, indem man Fäden aus Composite Material direkt aufsetzt.

Nachteile:

Der größte Nachteil besteht in der Notwendigkeit, daß man ein absolut trockenes Arbeitsfeld haben muß, um die Haken auf den Zähnen zu befestigen. Dieses absolut trockene Feld ist schwierig zu erhalten in Fällen von Frakturen, wo die Blockierung in Höhe der rückwärtigen

Zähne erfolgt, oder in Fällen mit ausgiebigen Gesichtsverletzungen.

Direkt modellierte Haken oder jene aus vorgearbeiteten Stangen, brechen leicht, aber dieser Nachteil kann sicher überwunden werden, wenn man Haken zur Verfügung hat, die direkt für diese Technik hergestellt werden.

Falldarstellung zur Illustration der Versorgung kindlicher Zahntraumen

- Abb. 1-2 - Wurzelfraktur der zentralen, oberen Schneidezähne nach einem Sturz. Die Zähne sind noch vital, aber verschoben. Der Patient zeigte sich nach 1 Monat nach dem Sturz.
- Abb. 3 - Nachdem vorsichtig die Zähne gereinigt wurden, legte man Metallbrackets mit Netzbasis an.
- Abb. 4 - Draht (twist flex) für die Repositionierung der zentralen oberen Schneidezähne. Der Draht wird auf den 1. Molarzähnen, die Bänder haben und auf den Schneidezähnen, die Brackets aufweisen, aufgebunden. Um die Verschiebung zu korrigieren, wurde mit Hilfe des Kunststoffes der untere Zahnbogen abgedruckt um die Artikulation zu erhöhen.
- Abb. 5 - Nach 20 Tagen war diese Verschiebung korrigiert und der Draht (twist flex) wurde mit dem runden Draht 0,016' ersetzt, der die Kontention sichert.
- Abb. 6 - Röntgenaufnahme nach Ankunft des Patienten. Man erkennt die Wurzelfrakturen.
- Abb. 7 - Röntgenaufnahme nach Anlegung der Brackets mit dem Bogen. Die Fraktur des rechten oberen Schneidezahnes scheint vergrößert, scheinbar durch die Migration des Zahnes bedingt. Die Zähne sind noch vital.



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5

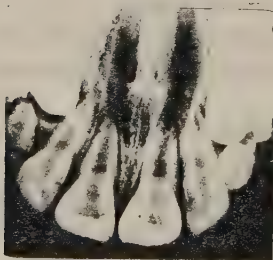


Abb. 6

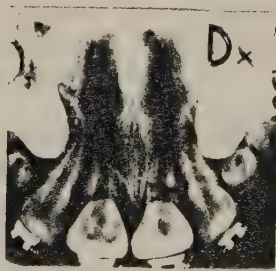


Abb. 7

Einstellung von impaktierten Zähnen mit Hilfe von Brackets und Composite Material

Die verspätete oder fehlende Eruption bleibender Zähne ist ein häufiges Problem in der Praxis des Zahnarztes.

Zu dem ausbleibenden Zahndurchbruch kann es verschiedene Gründe geben:

1. Entwicklung in einer anormalen Position
2. Retention eines Milchzahnes
3. Überzählige Zähne
4. Traumatische Schädigung des Zahnkeimes
5. Hautgebilde im Durchbruchsweg (Odontom, Osteom usw.)
6. Zysten
7. Tumoren

Die Häufigkeit impaktierter Zähne weist folgende Beteiligung auf: 3. obere und untere Molarzähne, obere und untere Eckzähne, 2. untere Prämolaren, zentrale oder Schneidezähne etc.

Die chirurgische Behandlung variiert von der Extraktion (3. Molarzahn) bis zur konservativen Einstellung nach Freilegung.

A. Einordnen von retinierten Eckzähnen

Die Eckzähne sind wichtig für die Kontinuität des Zahnbogens und die Bewegungsführung in der Mastikation; sie besetzen eine kritische Position im Zahnbogen in der Konjunktion zwischen vorderen und rückwärtigen Zähnen (von der Heydt, 1975).

Weiterhin spielen sie eine Schlüsselrolle, bei der orthodontischen Behandlung (Canine-protected occlusion) (Porter und Rider, 1974).

Auf Grund der Bedeutung dieser Zähne ist es wichtig, sie zu erhalten und im Falle einer Retention ist ihre Einstellung anzustreben.

In Bezug auf das Einordnen dieser Zähne müssen folgende Überlegungen angeführt werden:

- a, Es muß ein genügender Platz im Zahnbogen vorhanden sein. Falls dieser Platz fehlt, so wird er durch eine kieferorthopädische Vorbehandlung erzielt.
- b, Der Zahn muß genügend freigelegt werden und doch dabei ist möglichst das Knochengewebe zu schonen.
- c, Diese Freilegung muß offen gehalten werden.
- d, Wenn keine spontane Eruption erfolgt, so "ergreift" man den Zahn und "lenkt" ihn in seinen Sitz.

Hier wird vor allem die Technik der Einordnung von impaktierten Eckzähnen durch Kunsthilfe vorgestellt. Grundsätzlich gibt es zwei Methoden, die impaktierten Eckzähne in den Zahnbogen und die Okklusion zu bringen:

1. Chirurgische Freilegung, welche dann eine natürliche Eruption erlaubt.
2. Chirurgische Freilegung und sofortiges Einsetzen eines Hilfsmittels, über das auf den Zahn orthodontische Kräfte ausgeübt werden, um den Zahn in seine korrekte Position zu bringen.

zu 1. Chirurgische Freilegung

Diese Methode weist viele Vorteile vor und wird in den meisten Fällen angewendet, wenn die Eckzähne eine korrekte

axiale Neigung haben und somit ihre Achse nicht begradigt werden muß. Die Technik kann in folgenden Punkten zusammengefaßt werden:

- A. Vorbereitung eines Schleimhaut-Periost-Lappens, Entfernung einer genügenden Menge des Knochens, um die Krone freizulegen. Diese Entfernung muß um die ganze Krone erfolgen.
- B. Geringe Luxation des Zahnes.
- C. Anpassung einer Krone in Polycarbonat, die die ganze Eckzahnkrone überdeckt und auch genügend lang sein muß, um in das Fenster, welches in den Knochen geschnitten wurde, zu passen. Diese Krone wird anschließend mit Zement befestigt (Bishara et al., 1976, um den frei gelegten Zahn "offen" zu halten.

Diese Technik wird heute kritisch diskutiert, vor allem da sie eine große Zerstörung von Weichgeweben wie auch von Knochengeweben bedingt und die Krone einen wichtigen Irritationsfaktor darstellt. Diese Irritationsgefahr durch die Krone findet Beachtung in der Arbeit von Vanarsdall und Corn (1977). Diese Autoren weisen auf die Wichtigkeit hin, daß dieser chirurgische Eingriff ein funktionelles Gewebeland um den Zahn schaffen sollte, vor allem dann, wenn der Zahn einer Extrusion unterzogen wird. Durch die klinischen Beobachtungen in der Parodontologie hat man gesehen, daß es gefährlich ist, Zähne bei bestehender Entzündung zu bewegen. Als Folge dieses Vorganges kann es zum Verlust des Alveolarknochengewebes kommen.

Diese Technik des Einsetzens dieser Polycarbonatkrone, um die Freilegung offen zu halten und somit die Eruption des Zahnes zu begünstigen (um nicht auch noch die Luxation zu erwähnen), muß unter den gegenwärtigen errungenen Fortschritten sicher erneut überdacht werden.

zu 2: Chirurgische Freilegung und sofortiges Ein- setzen eines Zughalters

Nach chirurgischer Freilegung des impaktierten Zahnes wird auf der Krone ein Hilfsmittel befestigt, durch das orthodontische Kräfte auf den Zahn ausgeübt werden können, um ihn zum richtigen Ort zu führen. Die verwendeten Hilfsmittel sind zahlreich und natürlich erfolgt die chirurgische Freilegung der Zahnkrone mehr oder weniger ausgiebig in Abhängigkeit vom verwendeten Hilfsmaterial.

A. Draht

Man verwendet einen weichen Messingdraht 0.020' oder einen biegsamen Stahldraht 4/10. Der Faden wird über den Zahnhals gebracht und doppelt abgebunden (Mugnier, 1974) und wird dann kettenförmig aufgerollt.

Diese kettenförmige Bindung auch von Ziegler (1977) vorgeschlagen, bringt den Vorteil, daß man in diesen Schlaufen die Gummibänder fixieren kann ohne den Draht abändern zu müssen. Weiterhin befinden sich diese Schlaufen in verschiedenen Höhen und somit kann man die Traktionsstärke regulieren.

Die Nachteile dieser Technik sind vorwiegend durch das Einsetzen dieser Bindung, vor allem die doppelte Bindung, gegeben. Sie verlangt eine gewisse Fähigkeit, auch wenn sie durch die Verwendung einer krummen Nadel erleichtert wird. Weiterhin ist das Vorgehen manchmal nicht möglich, da der auszuschlingende Zahn zu dicht am anderen Zahn liegt. Es ist notwendig daran zu erinnern, daß diese Drahtschlaufen über den Zahnhals geführt werden muß, d.h. also in der Tiefe.

B. Gußkrone

Nach chirurgischer Freilegung des Eckzahnes legt man einen Wundverband aus "chirurgischem Zement" und läßt

die Gewebe heilen. Nach circa einer Woche macht man einen Abdruck von der freien Oberfläche (z.B. mit Kerr Masse und Kupferring) und dann wird eine Kappe in Gold oder Silber angefertigt. Diese Kappe muß einen Ring oder Knopf haben für das Einsetzen der Gummizüge. Die Kappe wird dann mit Kunststoffzement fixiert.

Diese Methode weist den Vorteil auf, daß die Kappe keine Verletzung am harten Zahngewebe verursacht. Weiterhin können die Ringe in verschiedenen Punkten stabilisiert werden und somit das Einsetzen der Zugkräfte erleichtern. Als Nachteil wird die Möglichkeit einer Loslösung betrachtet, die um so größer ist, je geringer die Freilegung war. Freigelegt werden sollte wenigstens bis zum Zahnäquator. Weiterhin benötigt man das Laboratorium.

C. Einzementieren eines Hakens

Nach Freilegung des Zahnes präpariert man auf der Krone, entfernt von der Pulpa, eine Kavität, in die mit Zement oder Composite Material ein Haken aus gebogenem Draht 0.016' eingelegt (Mugnier, 1974) wird. Der Nachteil dieser Technik ist natürlich die Tatsache, daß man eine Kavität vorbereiten muß (Monteil, 1959).

D. Einsetzen eines Stiftes (Threaded Pin T.M.S. Whaledent)

Diese Stifte werden in einen Kanal eingesetzt, der mit einer speziellen Fräse vorbereitet wird. Man benötigt für ihren Halt keinen Zement und sie sind äußerst resistent. Das herausschauende Ende kann gebogen werden und somit zum Zug verwendet werden. Auch in diesem Falle ist es von Nachteil, daß man eine Kavität in der Krone benötigt. Es besteht auch die Gefahr, daß der Stift in die Pulpakammer durchbricht.

E. Orthodontisches Band

Das Anlegen eines orthodontischen Bandes zeigt größere oder kleinere Schwierigkeiten in Beziehung zur Position und den Sitz des Zahnes und vor allem in Bezug auf dessen Freilegung. Um das Band anlegen zu können, muß die Krone bis über den Äquator freigelegt werden. Das Band zeigt Vorteile im Falle, daß der Eckzahn bereits weitgehend eruptiert ist. Schließlich kann man auf dem Band Ringe, Knöpfe, Halterungen etc. aufschweißen. Vorsicht ist geboten in Fällen wo eine chirurgische Freilegung notwendig ist und wo die Zementierung in einem Bereich mit Blutungen durchgeführt werden muß etc.

Um die Eruption des Eckzahnes und das nachfolgende Anlegen des orthodontischen Bandes zu erleichtern ist eine Methode (von der Heydt, 1975) vorgeschlagen worden, welche mit Guttapercha, (base-plate) im Zwischenraum Zahn-Knochen Druck ausübt. Der Zahn weicht von der Druckstelle aus und nach einigen wiederholten Guttaperchaeinlagen besteht die Möglichkeit den Zahn für das Anlegen des Bandes ausreichend frei zu haben.

F. Direktes Aufkleben von Brackets (Bonding)

Wie bereits erwähnt, ist dies ein Bereich, in dem das Enamel Bonding System die größte Indikation finden kann. Die Möglichkeit auf eine kleine Oberfläche Hilfsmittel für Zügelemente zu befestigen ohne den Hartgeweben des Zahnes zu schaden, war schon immer ein Wunsch. Aus diesem Grund wurden Lingual Buttons mit Durelon Zement verwendet (Stangl, 1976), weiterhin Teile von Bändern mit eventuellen Perforationen etc.

Die direkte "Zementierung" von Brackets auf impaktierten, freigelegten Eckzähnen ist von zahlreichen Autoren durchgeführt worden. Ein komplettes Studium dieser Methode liegt von Nielsen et al. (1975) vor. Diese

Autoren haben das Adhäsiv TP Directon und Brackets aus Polycarbonat verwendet. Die Brackets waren für Eckzähne, hatten eine reduzierte Basis mit zwei Löchern und zeigten einen Ring (Cuspid-Pull Bracket Aledyne). Nach 10 Minuten wurde eine leichte Traktion von 50 bis 70 Gramm auf den Zahn ausgeübt. Auf Grund der 23 behandelten Zähne (19 obere Eckzähne, 3 Prämolaren, 1 oberer Schneidezahn) kommen die Autoren auf folgende Schlußfolgerung:

- a, Nicht eruptierte Zähne besitzen keinen Film aus säurefesten Mucoproteinen, der normalerweise in Zähnen 2 Stunden nach der Eruption vorhanden ist. Das Fehlen dieses säurefesten Filmes erklärt die Tatsache, daß die Phosphorsäure in die Schmelzoberfläche eindringt, ohne daß diese mit Bimsstein vorbehandelt werden muß, wie es normalerweise für das Direct Bonding System notwendig ist.
- b, Kleine Mengen von Phosphorsäure können das Bluten verhindern, das man im Kronenbereich und dem nahe- liegendem Knochen hat. Man konnte keinen Schaden bei diesen Geweben durch die Säure feststellen. Es ist ratsam ein Ätzmittel in der Form von Gel (thixotropic gel) zu verwenden, um dessen Effekte besser zu lokalisieren.
- c, Um die Schmelzoberfläche nach der Behandlung mit Säure möglichst trocken zu erhalten, ist es notwendig genügend Platz zwischen dem Bracket und den Geweben zu haben. Um das Bracket benötigt man einen Raum von 3 mm.
- d, Die Gründe der Loslösung der Brackets (3 losgelöste Brackets in dieser Forschungsarbeit) sind vor allem auf das Fehlen des Adhäsiv auf der Zahnoberfläche zurückzuführen. Auch zurückgebliebene Phosphorsäure kann die Adhäsion vermindern. Ein anderer Grund kann eine nicht korrekte Anwendung der orthodontischen Kräfte sein.

Auf Grund unserer Erfahrungen mit Metall- oder Plastikbrackets haben wir keine Differenzen zwischen diesen verschiedenen Materialien gefunden. Auch haben wir keine Differenzen zwischen Bracketbasen mit engen oder weiten Netzmaschen gefunden. Die größten Schwierigkeiten sind durch die Größe der Brackets gegeben, die genügend klein sein sollte, um das Einsetzen zu erleichtern. Unser Eindruck ist, daß die für impaktierte Eckzähne verwendeten Brackets, praktisch gewöhnliche Brackets, nicht der speziellen Position dieser Zähne entspreche. Verschieden ist das Problem je nachdem, ob der Eckzahn sich in palatinaler oder vestibulärer Position befindet, größere oder kleinere Oberfläche, verschiedene Krümmung etc. Praktisch wird der am ehesten herausschauende Teil, die Zahnschmelze = Kuspide, nicht verwendet. Kein einziges, zur Zeit zur Verfügung stehende Bracket kann für die Kuspide verwendet werden, welche aber der am leichtesten freizulegende Teil ist. Es wäre nützlich ein Bracket zur Verfügung zu haben, daß wie eine Kappe auf die Kuspide aufgesetzt werden kann und welche einen Ring besitzt, an dem die notwendigen Kräfte eingreifen können.

Illustrationen zur Eckzahn-Retention und - Einstellung

- Abb. 1 - 3 - Junge von 13 Jahren. Oberer und unterer Zahnengstand. Extraktion aller 4 ersten Prämolaren. Fehlende Eruption der oberen Eckzähne, die sich vestibulär befinden.
- Abb. 4 - 6 - Freilegung der Eckzähne und Einsetzen einer Kappe aus Polycarconat, die mit Oxyphosphatzement fixiert wird. Komplette obere und untere Bebanderung, untere Begradigung mit einem Bogen.
- Abb. 7 - 9 - Entfernung der Nahtfäden. Man beobachtet eine Irritation in Höhe des Zahnhalses bedingt durch die Kappe.
- Abb. 10 - 12 - Entfernung der Polycarconatkappe und Einsetzen der Bänder in den oberen Eckzähnen. Man erkennt die Irritation in Höhe des Zahnhalses. Drahtbogen aus 0,016' Draht.
- Abb. 13 - 15 - Der Bogen hat die Eckzähne in den Zahnbogen eingeführt. Man erkennt noch die Irritation am oberen linken Eckzahnfleisch.

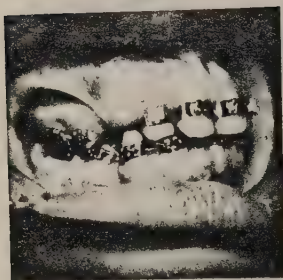


Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

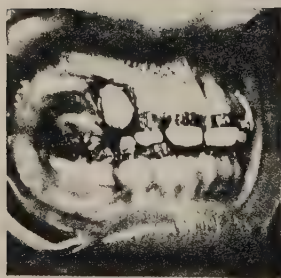


Abb. 4



Abb. 5

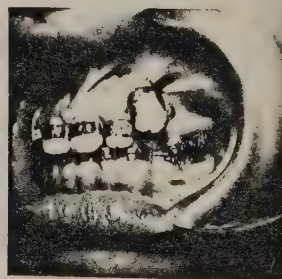


Abb. 6



Abb. 7

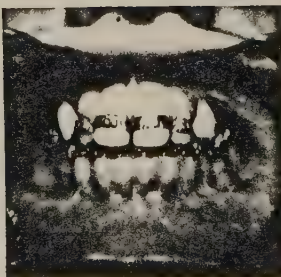


Abb. 8



Abb. 9



Abb. 10

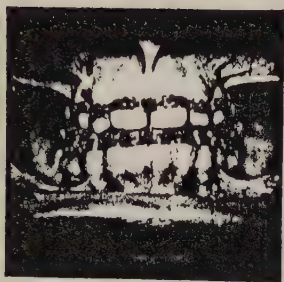


Abb. 11



Abb. 12

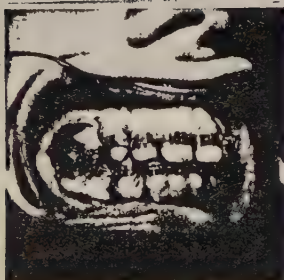


Abb. 13



Abb. 14



Abb. 15

Illustration zur Therapie der palatinalen Eckzahn-
Retention

- Abb. 1 - 3 - Mädchen 13 Jahre, palatinale Eruption der Eckzähne.
- Abb. 4 - 6 - Man bemerkt das Fehlen der Eckzähne im oberen Zahnbogen, hingegen im unteren Zahnbogen, zeigt sich ein Zahnengstand.
- Abb. 7 - 9 - Extraktion der 1. unteren Prämolaren, um den unteren Zahnbogen zu begradigen.
- Abb. 10 - Man erkennt die palatinale Position der oberen Eckzähne.
- Abb. 11 - 12 - Einsetzen der Bänder im unteren Zahnbogen und Nivellierung mit einem Bogen Wild-ca (3 zusammengeflochtene Drähte).
- Abb. 13 - Nach Extraktion der 1. oberen Prämolaren Vorbereitung von 2 Kavitäten auf der palatinalen Seite der Eckzähne und Einsetzen von 2 Haken, die das Gummiband zur Abbindung zwischen Eckzähnen und Bogen aufnehmen.
- Abb. 14 - 15 - Der Drahtbogen 0,016' zeigt 2 coil-spring (Federn zwischen lateralen Schneidezähnen und 2. Prämolaren, um den Platz für die Eckzähne zu bewahren. Der obere und untere Bogen sind auf Halterungen AO befestigt, welche mit Concise direkt auf den Zähnen fixiert werden.

(Abb. 1-15)

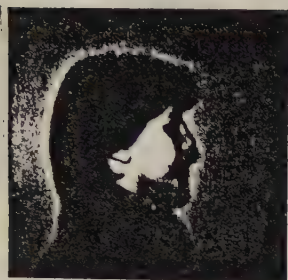


Abb. 1



Abb. 2

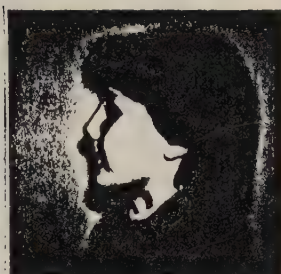


Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

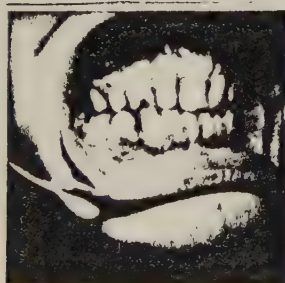


Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9



Abb . 10

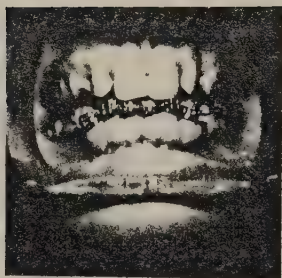


Abb: 11

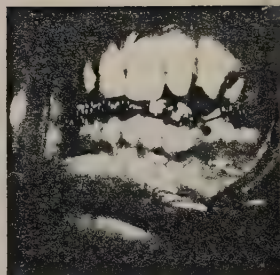


Abb. 12

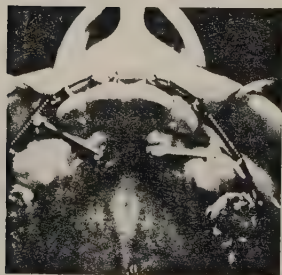


Abb. 13

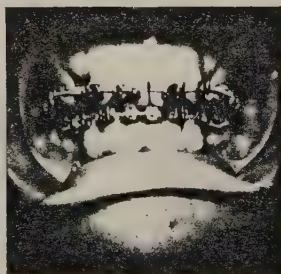


Abb. 14

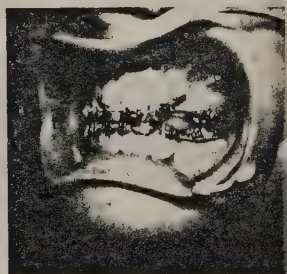


Abb. 15

Palatinaler Eckzahnstand und Maßnahmen zur Einordnung

- Abb. 1 - Eckzahn im palatinalen Bereich eruptiert. Auf Grund der Nähe des lateralen Schneidezahnes wäre das Anlegen der Bänder sehr schwierig. Man entscheidet sich für ein Bracket mit Adhäsiv.
- Abb. 2 - Metallbracket von Rocky Mountain mit gelöcherter Basis wird mit Concise fixiert. Man erkennt wie das Material durch die Löcher dringt und somit die Retention sichert. Das Material dringt unter die Flügel und erschwert das Abreißen.
- Abb. 3 - 6 - Ein Gummiband wird zwischen Bogen und Bracket eingebunden, und so wird der Eckzahn zu seiner normalen Position gebracht.

Fall S.M.
(Abb. 1-6)

Abb. 1

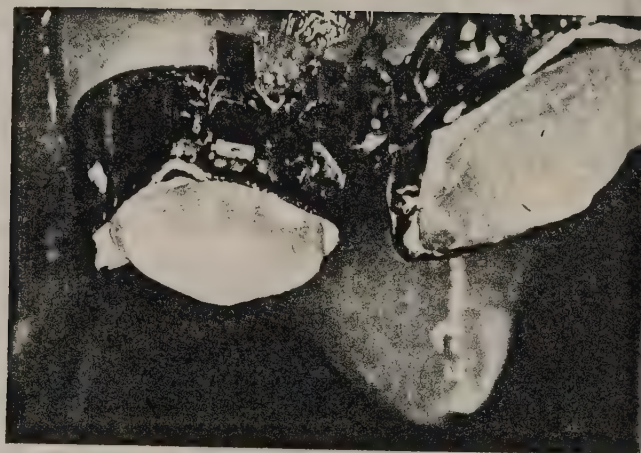
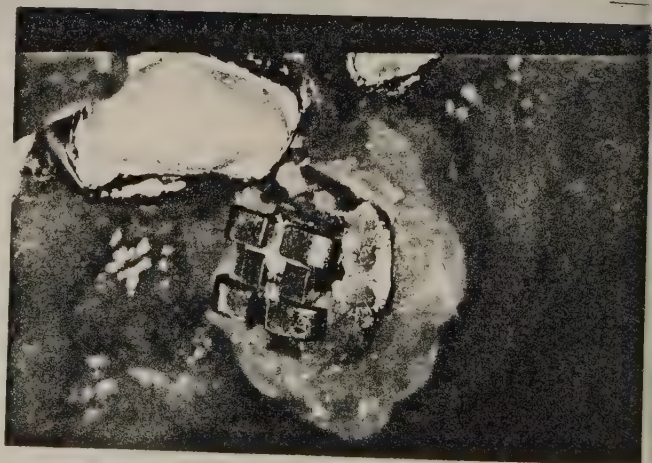


Abb. 2



Fall S.M.

Abb. 3

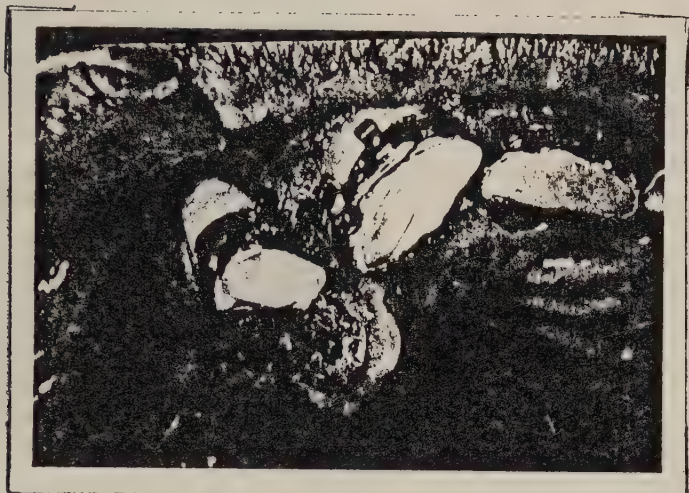
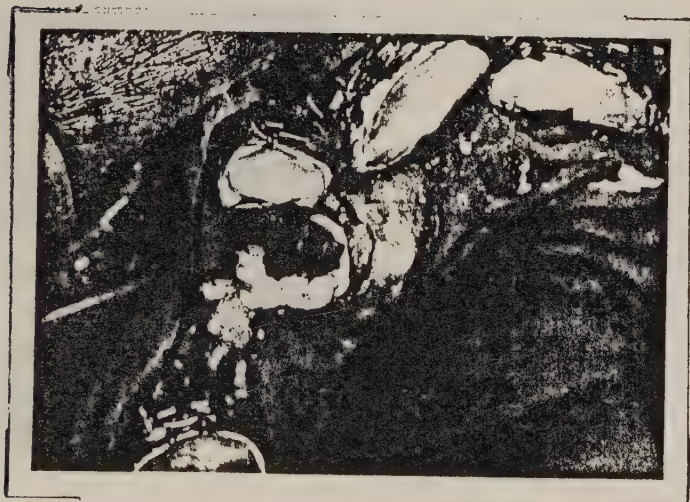


Abb. 4



Fall S.M.

Abb. 5



Abb. 6



B. Einordnen von retinierten Prämolaren

Die fehlende Eruption des 2. Prämolaren, vorwiegend der 2. unteren Prämolaren, beschäftigt heute den Zahnarzt. Die Mesialwandung des 1. permanenten Molaren "schließt" den 2. Prämolaren ein, der schließlich freilegt werden muß, nachdem man genügend Platz geschaffen hat.

Um den Platz zu schaffen, wird am meisten folgende Methode verwendet: Anlegen von 2 Bändern auf den 1. Prämolaren und den 1. Molaren mit einem "coil spring" unter Druck, welcher schnell den notwendigen Platz schafft.

Die chirurgische Freilegung des Prämolaren sichert die okklusale Oberfläche, wofür keine Brackets oder andere Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Folglich ist eine größere Freilegung auf der vestibulären Seite notwendig, um ein Bracket anzukleben und einen Haken aus Composite Material anzulegen.

Was wir aus unserer Erfahrung sagen können, ist, daß die Verwendung dieser Haken Gewebeabtragungen auf der vestibulären Seite einspart. Auch für diese klinische Situation wäre es wünschenswert Brackets für die okklusale Oberfläche der Prämolaren, welche am einfachsten freizulegen ist, zur Verfügung zu haben.

Illustration zur Einstellung impaktierter unterer Prämolaren

- Abb. 1 - Fehlende Eruption des 2. unteren Prämolaren, auf Grund der Mesialisierung des 1. permanenten Molarzahnes, nach einer frühzeitigen Extraktion des 2. Milchmolaren.
- Abb. 2 - Um den notwendigen Platz für den 2. Prämolaren zu sichern, wurden Bänder auf den 1. Molaren und den 1. Prämolare eingesetzt und eine Feder (spring) angelegt, die sich ausgedehnt und somit den notwendigen Platz verschafft.
- Abb. 3 - Nach 3 Monaten Behandlung hat man genügend Platz bekommen, um den 2. Prämolaren einzuordnen. Es hat sich aber keine spontane Eruption ergeben.
- Abb. 4-5 - Trotz des Platzes hat man keine spontane Eruption des 2. Prämolaren bekommen.
- Abb. 6 - Man entscheidet sich für eine chirurgische Freilegung unter lokaler Anästhesie.
- Abb. 7 -12 - Freilegung des unteren 2. Prämolaren.
- Abb. 13-14 - Die Freilegung wurde nicht bis zum vestibularen Zahnfleisch ausgedehnt, da man es um den Zahnhals erhalten will.
- Abb. 15 - Durch die fehlende Entfernung der weichen Gewebe kann man keine Bänder einsetzen. Man entscheidet sich für einen Haken, der mit Composite Material (Concise) fixiert wird. Man beginnt mit der Ätzung.

- Abb. 16 - 18 - Ein Haken aus Draht 0,16' wird mit Composite Material auf der okklusalen Oberfläche befestigt.
- Abb. 19 - 20 - Der Haken wird zu einer Schlaufe gebogen, um die Gummibandbindung aufzunehmen.
- Abb. 21 - Ein Bogen wird zwischen 1. Molaren und 1. Prämolare angelegt und weist eine Schlaufe für die Gummibandbindung auf.
- Abb. 22 - Um die Eruption zu favorisieren wird eine Gummiligatur (Rocky Mountain) zwischen diesen beiden Schlaufen angelegt.
- Abb. 23 - Nach 2 Monaten hat man die komplette Eruption und nun kann auf der vestibulären Oberfläche ein Bracket anlegen, um die komplette Positionierung zu erhalten.

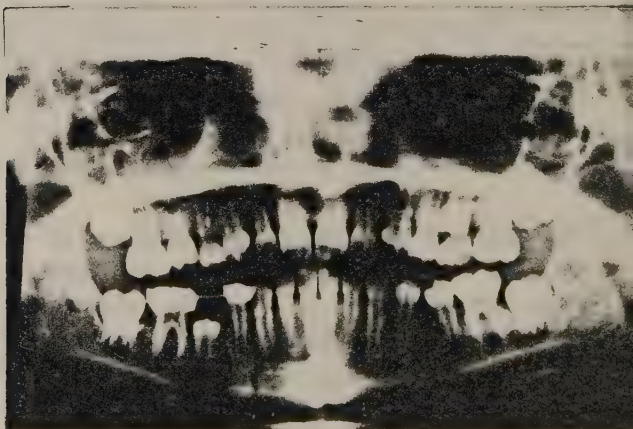
Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Fall D.M.

Abb. 4



Abb. 5

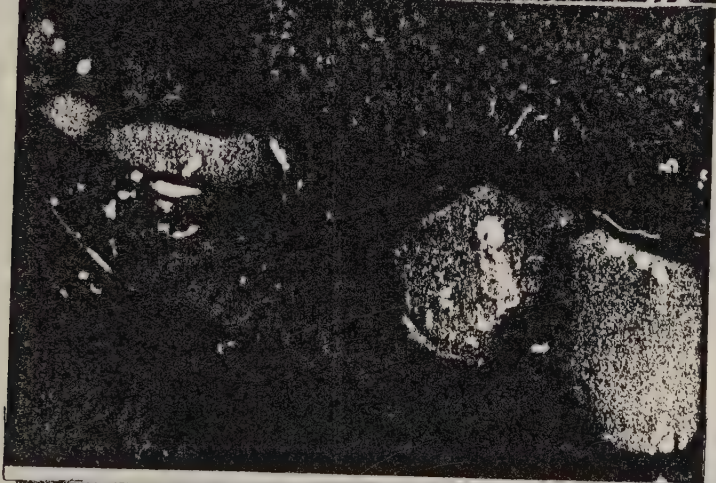


Abb. 6



Fall D.M.

Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9



Fall D.M.

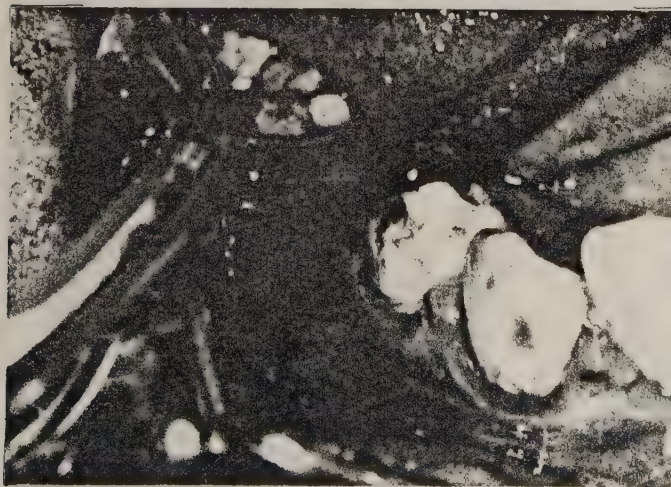
Abb. 10



Abb. 11



Abb. 12.



Fall D.M.

Abb. 13



Abb. 14



Abb. 15



Fall D.M.

Abb. 16



Abb. 17



Abb. 18



Fall D.M.

Abb. 19



Abb. 20



Abb. 21.



Fall D.M.

Abb. 22

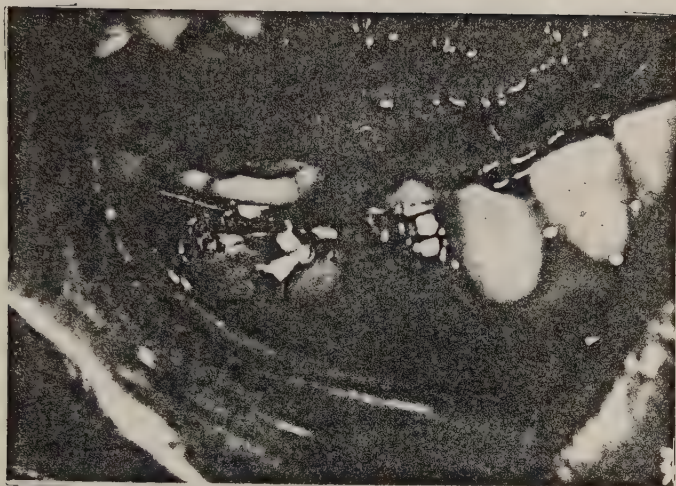
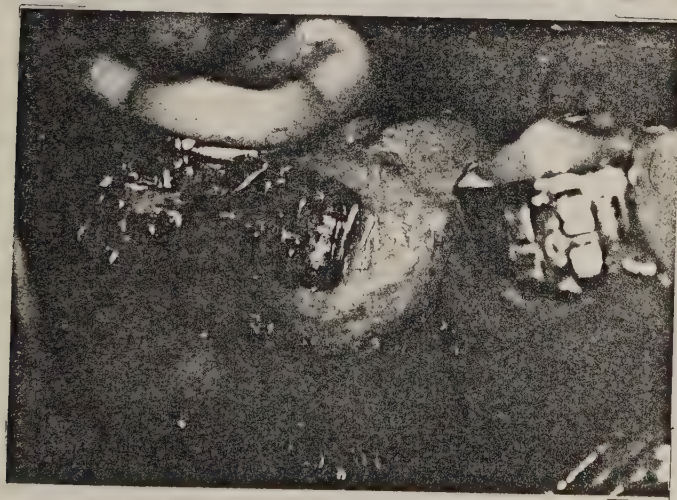


Abb. 23



C. Einordnen von impaktierten Schneidezähnen

Die fehlende Eruption eines oder beider oberen Schneidezähne kann, wie bereits erwähnt, verschiedene Gründe haben. Oft findet man den Grund in einem Überzähligen Zahn, einem Milchzahntrauma etc. Welcher auch der Grund sei, die Wichtigkeit, dieses Zahnes für das ästhetische Aussehen ist unbestritten. Folglich muß man alles versuchen, um die Einstellung dieser Zähne zu erreichen.

Praktisch versucht man zuerst den notwendigen Platz zu bekommen und anschließend wird die Einordnung vorgenommen. Es ist notwendig darauf hinzuweisen, daß eine genügende Menge vestibulären Knochens erhalten werden muß, wie auch genügend Zahnfleisch. Nur so kann man unerwünschte kosmetische Effekte vermeiden, die durch einen Zahnfleischverlust mit konsekutiver Bildung einer klinisch zu lagen Krone erhalten werden. Dieser Defekt, von zahlreichen Autoren erwähnt und auch in unseren Fällen beobachtet, die mit Bändern und durch relativ großer Entfernung von Knochengewebe behandelt wurden, ist äusserst ungünstig.

Dieses Problem kann man vor allem dann ausklammern, wenn der Eingriff der Freilegung äusserst vorsichtig erfolgt und man Brackets verwendet, welche es uns erlauben mehr "Gewebe einzusparen" als die Bänder. Die augenblicklich zur Verfügung stehenden Brackets in verschiedenen Größen entsprechen dieser Aufgabe und man kann somit die Verwendung von Stiften etc. auf der Krone vermeiden.

Einordnung retinierter oberer Incisivi

- Abb. 1-3 - Modelle von einem neunjährigen Mädchen. Fehlende Eruption der oberen zentralen Schneidezähne.
- Abb. 4 - Auf der Röntgenaufnahme erkennt man zwei überzählige Zähne, die die Schneidezähne seitlich verschoben haben und die Eruption verhindern.
- Abb. 5 - Entfernung der überzähligen Zähne. Die im Knochen eingeschlossenen Schneidezähne werden freigelegt, um die orthodontischen Bänder anzulegen.
- Abb. 6 - Einsetzen der orthodontischen Bänder (zur Zeit der Behandlung standen noch keine Brackets mit Adhäsiven zur Verfügung).
- Abb. 7-9 - Einlegen eines runden Drahtbogens 0,016' mit Schlaufe, um die Eruption zu erleichtern und gleichzeitig die zentralen und lateralen Schneidezähne zu begradigen.
- Abb. 10-12 - Nach 3 Monaten hat man die Eruption der Schneidezähne erhalten.
- Abb. 13-14 - Anlegung des Drahtbogens 0,018'.
- Abb. 15 - Nach 6 Monaten die komplette Eruption der Schneidezähne. Man beobachtet jedoch die verschiedene klinische Länge der Krone der zentralen Schneidezähne, bedingt durch die große Entfernung der harten und weichen Gewebe, die man für die Anlegung der Bänder benötigt.



Abb. 1



Abb. 2

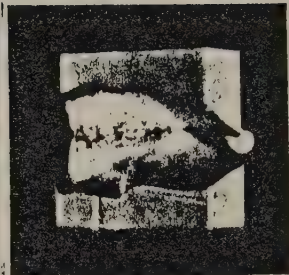


Abb. 3

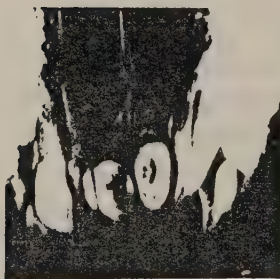


Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

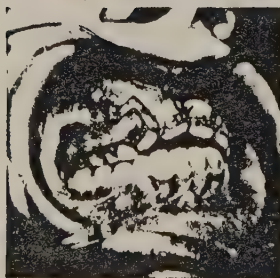


Abb. 7



Abb. 8

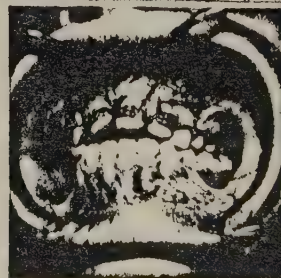


Abb. 9

Fall A.Wa.



Abb. 10



Abb. 11

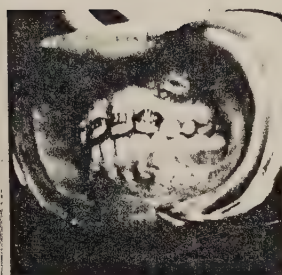


Abb. 12



Abb. 13

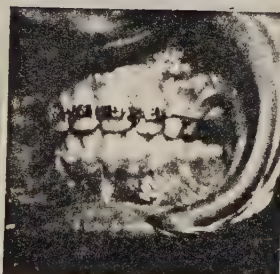


Abb. 14



Abb. 15

Experimenteller Teil

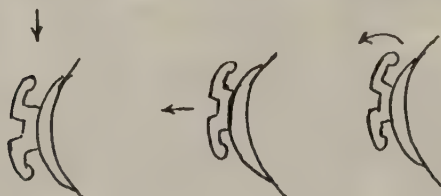
Eigene Untersuchungen für Brackethaftung

Das größte Hindernis in der Entwicklung der direkten Klebetechnik = "Zementierung" war das Fehlen einer entsprechenden Resistenz gegenüber dem Abbrechen. Diese Resistenzkraft der aufgeklebten Brackets wird als Bond Strength bezeichnet und wird normalerweise in Pounds/square inch oder kg/cm^2 gemessen. Es ist aber notwendig die Richtung der Kraft anzugeben, die ausgeübt wird. Man unterscheidet folgende Kräfte:

shear-force: eine Kraft wird parallel zur Schmelzoberfläche ausgeübt

tensile strength: die Kraft wird senkrecht zur Schmelzoberfläche ausgeübt

peel force: die Kraft agiert am Rand der Platte (Pad) und versucht das Bracket mit einer Rotationsbewegung vom Zahnschmelz zu entfernen.



Shear

Tensile

Peel

In der Praxis sind die klinischen Kräfte kombinierte Kräfte, die auf dem Bracket einwirken.

Allgemein befinden sich die Kräfte mit paralleler Richtung zur Schmelzoberfläche in einem Bereich von 700 pounds/square inch bis zu 2500 pounds/square inch (Fabrikantenangaben). Die niedrigen Werte sind allgemein auf das System vom Typ Methylmetacrylat zurückzuführen.

Die Werte der tensile force (senkrecht zur Schmelzoberfläche) sind die Hälfte der shear Werte und dies ist darauf zurückzuführen, daß die Kraft in Richtung der Schmelzprismen ausgeübt wird und nicht senkrecht zu diesen. Wenig sind die Peel Kräfte geprüft worden, doch diese scheinen sehr unter den anderen zu liegen. Die Peel Kraft ist von geringem praktischen Interesse, da diese Kraft nur im Moment der Bracketentfernung ausgeübt wird. Man beobachtet auch, daß eine verhältnismäßig geringe Kraft auf dem Rand (pad bracket) genügt, um eine schnelle Entfernung des Brackets zu erhalten.

Im System Bracket-Adhäsiv-Sealant-Zahnschmelz muß man verschiedene Grenzflächen betrachten, und zwar

- Zahnschmelz-Zement (bonding, Sealant etc.)
- Zement-Zement (Adhäsiv)
- Zement-Bracket (Adhäsiv und Bracketbasis oder Platte (pad)
- Bracket (Form, Modell und Bracketkomposition)

Die erste Betrachtung in Bezug der Bracketfixierung muß gegenüber den Interaktionen erfolgen, welche zwischen Zahnschmelz und Zement erfolgen. Diese Interaktionen hängen von der Schmelzätzung, dem Penetrationsgrad des verwendeten Zements für dieses Bonding ab.

Dieser hängt wiederum von den Dimensionen der Dekalzifizierung des Zahnschmelzes ab und von dem Penetrationskoeffizient dieses Materials. Zuletzt muß man die eigene Resistenz dieses Materials betrachten.

Verwendet wurden von uns für die Haftkraftstudie 86 glatt geschliffene Rinderzähne. Verschiedene Typen von Brackets wurden mit einer Anzahl von Kunststoffen auf diesen Rinderzähnen befestigt.

Verwendetes Material:

Hersteller von Brackets	Brackettyp	Zement(Adhäsiv)
American Orthodontic	Metall, grobmaschiges Netz	Concise(3M Co.)
Forestadent	Metall, feinmaschiges Netz	Nuva Fil (Caulk) Nuva Seal(Caulk)
Rocky Mountain	Metall, Basis mit Löcher	Orthomite (Rocky Mountain)
Rocky Mountain	Metall, feinmaschiges Netz	Bond Ez (Unitek)
Rocky Mountain	Plastik (altes Modell)	
Rocky Mountain	Plastik (neues Modell)	
Unitek	Plastik	

Mechanische Proben, um die Adhäsion zu messen:

Auf allen erprobten Muster wurde die Shear Strength (*) kontrolliert. Für diesen Zweck wurde eine Maschine für Kräftemessungen vom Typ Instron, Modell TT, mit einem Dynamometer mit 50 kg Skala und Meßgerät verwendet, welche im Stande ist, die Entwicklung der Resistenz in Funktion der Zeit zu verfolgen.

*) Bemerkung: Der Beschleunigungstyp ist approximativ in Shear, da die Geometrie des Musters (Zahn-Bracket-Zement) verschiedene Komponenten aufweisen.

Die Probe wurde unter kontrollierten Raumbedingungen bei einer Temperatur von 23°C und einem Feuchtigkeitsgrad von 50% ausgeführt. Die Geschwindigkeit der Drehung des Untergrundes war 0,05 cm/Minute (Minimum des Erlaubten).

Wertung:

Die Überprüfungen der Kurve-Zeit - Kraft, die man im Laufe der Kontrollen erhalten hat, erlauben die "Adhäsion" unter den Punkten maximale Kraft und Abbruchkraft zu bewerten. Sie sind entsprechend definiert als maximaler Wert, der von der Kraft erreicht wird, und der Abbruchwert, wo die komplette Loslösung des Brackets vom Zahn erfolgt. In den Fällen, wo beide Kräfte übereinstimmen, erfolgt die Loslösung des Brackets ohne Abscherung von Zement.

Die Tabellen auf Seite 72 und 73 zeigen die Resultate unserer Versuchsreihe.

- 72 -

Anzahl Zähne	Hersteller von Brackets	Brackettyp	Maximale Kraft			
C O N C I S E						
5	American Orthod.	grobes Netz	19,6	20,0	12,4	9,0
5	Forestadent	feines Netz	7,2	4,9	6,1	14,0
8	Rocky Mountain	Lochbasis	7,9	3,9	5,6	10,8
3	Rocky Mountain	feines Netz	8,3	9,6	8,7	8,8
1	Rocky Mountain	Plastik (altes)	0,16			
5	Rocky Mountain	Plastik (neues)	1,35	0,43	0,12	0,3
3	Unitek	Plastik	0,95	0,54	0,58	
E N D U R						
5	American Orthod.	grobes Netz	10,0	13,4	9,0	16,4
5	Forestadent	feines Netz	10,6	3,4	4,0	13,5
6	Rocky Mountain	Lochbasis	4,0	1,55	2,3	7,3
4	Rocky Mountain	feines Netz	4,6	11,4	6,9	1,24
1	Rocky Mountain	Plastik (altes)	3,85			2,6
5	Rocky Mountain	Plastik (neues)	1,48	1,52	0,92	0,32
5	Unitek	Plastik	1,0	0,26	1,52	0,04
N U V A F I L						
1	Rocky Mountain	Lochbasis	7,5			
1	Rocky Mountain	Plastik (altes)	1,5			
N U V A S E A L						
1	Rocky Mountain	Plastik (altes)	0,2			
O R T H O M I T E						
1	Rocky Mountain	Grobes Netz	1,1			
1	Rocky Mountain	Plastik (altes)	3,2			
U N I T E X						
1	Unitek	Plastik	9,6			

Rebonding Strength

Anzahl Zähne	Hersteller von Brackets	Brackettyp	Maximale Kraft	
C O N C I S E				
2	American Orthodontic	grobes Netz	5,4	16,5
2	Ferestadent	feines Netz	2,65	3,0
2	Rocky Mountain	Lochbasis	1,1	2,35
1	Rocky Mountain	feines Netz	7,9	
E N D U R				
2	American Orthodontic	grobes Netz	12,6	9,5
1	Forestadent	feines Netz	3,95	
1	Rocky Mountain	Lochbasis	3,95	
1	Rocky Mountain	feines Netz	12,6	
1	Unitek	Plastik	2,0	

Man ersieht aus den Werten, daß die Metallbrackets mit den verschiedenen Basen besser als Plastikbrackets abschneiden. Unter den Metallbrackets erkennt man die besten Werte bei denen mit grobmaschiger Netzbasis.

Was die Zemente betrifft, so haben Concise und Endur die besten Resultate ergeben. Aus diesem Grunde wurden hier auch die meisten Proben durchgeführt und die Standarddeviation errechnet.

Hersteller von Bracket		Durchschnittswert	SD
C O N C I S E			
American Orthodontic	Metall, grobmaschiges Netz	15,0	4,7
Forestadent	Metall, feinmaschiges Netz	7,0	2,3
Rocky Mountain	Metall, Basis mit Löcher	6,4	2,9
Rocky Mountain	Metall, feinmaschiges Netz	8,9	1,1
Rocky Mountain	Plastik, neues Modell	0,51	0,3
Unitek	Plastik	0,68	0,4
E N D U R			
American Orthodontic	Metall, grobmaschiges Netz	12,46	2,9
Forestadent	Metall, feinmaschiges Netz	5,54	3,3
Rocky Mountain	Metall, Basis mit Löcher	2,53	1,2
Rocky Mountain	Metall, feinmaschiges Netz	7,3	2,9
Rocky Mountain	Plastik, neues Modell	1,12	0,6
Unitek	Plastik		

6 Brackets lösten sich gleich zu Beginn der Probe, und zwar 4 Plastikbrackets Unitek und 2 Metallbrackets Rocky Mountain mit Lochbasis.

Klinisch haben wir die Komponenten verschiedener von uns für die Bracket-Klebertechnik verwendeter Präparate untersucht. Dabei handelt es sich um drei verschiedene Produkte.

In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate zusammengefaßt, die wir mit verschiedenen Analysen (Separation mit organischen Lösungen, Spektrofotometrie I.R., Roentgenstrahlung erhalten haben.

Produkt	Einzelne Bezeichnungen der Muster	Physikalische Eigenschaften	Analytische Resultate
Combination Package Caulk NUVA SYSTEM	SEALANT BASE: NUVA SEAL (4 Töpfe mit gelben Stöpsel)	transparente, ölige Flüssigkeit	Epoxidische Kunststoffe mit einem Ester vom Typ acrylic abgeändert
	NUVA SEAL (8 Töpfe mit gelben Stöpsel)	" "	" "
	NUVA FIL-LG (1 Topf)	gelbliche Paste	Teil löslich in Chloroform: epoxidische Kunststoffe wie oben Teil unlöslich in Chloroform: weisses Pulver von inorganischer Natur Typ Silicium und/oder Silikat
	NUVA FIL-L (1 Topf)	elfenbeisfarbige Paste	" "
	NUVA FIL-Y (1 Topf)	" "	" "
	NUVA FIL-LY (1 Topf)	" "	" "
	Inhibitor for Caulk Nuva Fil Caulk Nuva Seal (Plastikbehälter mit weissem Stöpsel)	gelbliche Flüssigkeit	Mischung aus Ester und organischen Säuren
Student Package IOALA-DENT (Acrylic cement for the direct attachment of plastic orthodontic Brackets)	IOALA-DENT (acrylic cement powder)	weisses Pulver	Produkt vom Typ polymethylmetacrylat
	IOALA-DENT (acrylic cement liquid)	Flüssigkeit	Monomer
	Neutralisation Solution	farblose Flüssigkeit	wässrige Lösung Mit Stickstoff getrocknet ist sie folgendermassen zusammengesetzt: $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Desiccation solution	transparent gelbliche Flüssigkeit	Alkohol vom Typ Glicol-ethylen
	Ortho-Prep. (Precementation solution)	gelartige rosa Flüssigkeit	
Orthodontic Bonding System	Resin A (Tube mit orangem Stöpsel)	Flüssigkeit	Epoxydischer Kunststoff mit einem Ester vom Typ acrylic abgeändert
	Resin B (Tube mit gelbem Stöpsel)	Flüssigkeit	" "
	Paste A (roter Topf)	gelb-braune kompakte Paste	Teil löslich in Methanol: epoxidischer Kunststoff wie oben Teil unlöslich in Methanol: SiO_2 (Quarz)
	Paste B (gelber Topf)	" "	wie Paste A

Abbildungen

Geprüftes Material

Abb. 1 - Material Nuva Seal und Nuva Fil (Caulk and Co., USA).

Abb. 2 - Material Bond Ez LC (Unitek Co., USA).

Abb. 3 - 4 Material Orthomite II S (Rocky Mountain and Co.).

Abb. 5 - Material Orthodontic Concise (3M Co., USA).

Abb. 6 - Muster für die Proben. Rinderzahn, auf dem ein Brack
auf der vestibularen Oberfläche befestigt wurde.

Geprüftes Material
(Abb. 1-6)



Abb. 1



Abb. 2

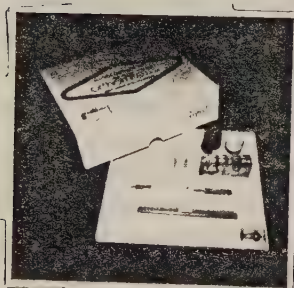


Abb. 3

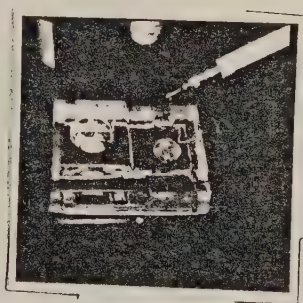


Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

Diskussion

Retief (1974) hat die Grundkriterien für ein wirksames Bonding festgelegt und dabei betont, daß eines dieser Kriterien der enge Kontakt der Interfaces zwischen Zahnschmelz und Zement ist. Damit man ein Bonding erhält, muß der Zement über den Zahnschmelz aufgetragen werden, damit die ganze Oberfläche überzogen wird (wetting). Dieses Auftragen hängt von der Viskosität des Zementes, der Form und Unregelmäßigkeit der Zahnoberfläche und der Kontaktecke zwischen Zement und Zahnoberfläche ab.

Dogon et al. (1973) haben eine progressive erhöhte Diluition eines Materials geprüft und dabei beobachtet, daß die Penetration auf geätztem Zahnschmelz maximal für einen Kunststoff mit geringer Viskosität erreicht wurde.

Buonocore et al. (1968) haben die Penetration verschiedener Kunststoffe auf der Zahnschmelzoberfläche geprüft und dabei gezeigt, daß der Kunststoff mittels prismenförmigen Ausläufern in den Zahnschmelz eindringt. Diese Ausläufer (Tags sind 25 Micron lang. Diese Autoren betonen zuletzt, daß die mechanische Bindung eine wichtige Rolle in diesem Bonding des Kunststoffes auf geätztem Zahnschmelz spielt.

Mulholland und De Shazer (1968) haben beobachtet, daß die Anfangskraft der Zementierung und die Zementierungskraft nach einem neuen Bonding (rebond strength) nicht sonderlich verschieden waren, wenn der Zahnschmelz erneut vorbereitet wurde, während Brauer und Termini (1972) eine Erhöhung der Rebond Strength beobachteten.

Miura et al. (1971) haben Bond Strength Werte zwischen 569-739 pounds/square inch für ein neues Bonding System (Methyletacrilat mit Katalysator tri-n-butylboran) gefunden und haben auch eine geringe Herabsetzung der Werte nach langem Aufenthalt in Wasser beobachtet.

Nagel (1973) hat zehn verschiedene Zemente für das Bonding verwendet und Plastikbrackets benützt und dabei eine Bond Strength zwischen 100 und 1000 pounds/square inch erhalten. Mit zahlreichen Ausnahmen zeigten die orthodontischen Zemente Abbrechungen in Höhe der Kohäsion (Zement-Zement) oder eine Kombination der verschiedenen Interfaces in derselben Bruchstelle.

Faust et al. (1978) haben die Penetrationskoeffizienten von 13 verschiedenen Zementen für das Bracket-bonding geprüft. Sie haben ein Glasrohr verwendet und dabei die höchsten Penetrationskoeffizienten bei den Sealants beobachtet (Primer, Lee Pharmaceuticals mit UV Polymerisierung 49,5 cm/sec., Endur, Ormco 16,0 cm/sec. Bond Eze LC, Unitek mit UV Polymerisierung 15,0 cm/sec., gefolgt von Orthomite Rocky Mountain 2,48 cm/sec. Bracket Bond, GAC International 2,40 cm/sec., Nuva Seal, Caulk L.D. mit UV Polymerisierung 2,16 cm/sec, Directon, T.P. Laborities 1,66 cm/sec. Bond Eze, Unitek Pulver-Flüssigkeit Polymerisierung mit Katalysator 0,57 cm/sec, gefolgt von Auto-Tach, L.D. Caulk 0,093 cm/sec, Protecto, Lee Pharmaceuticals 0,07 cm/sec, Genie, Lee Pharmaceuticals 0,05 Solo Tach, Caulk L.D.; Durelon, Zement aus Zinkpolycarboxylat zeigte den niedrigsten Wert 0,03 cm/sec.).

Die Zemente mit den höchsten Penetrationswerten waren durch die Sealants gegeben, gefolgt von den Kunststoffen mit Füllern (filled Diacrylate resins) und zuletzt vom Zement aus Zinkpolycarboxylat.

Es wurden menschliche zentrale obere Schneidezähne verwendet, die kurz zuvor extrahiert wurden, und Plastik- und Metallbrackets aufzementiert (Unitek post with single Bracket auf Netz geschweisst 210-270 T.P.), wobei der Zement nicht über den Bracketrand hinausreichen durfte. Die Kontrollen der Resistenz wurden sowohl mit zementierten Brackets als auch mit rezementierten Brackets (bond strength und rebond strength) ausgeführt.

Bond und Rebond Strength für direkt zementierte Plastik- und Metallbrackets
(Faust et al., 1978)

Produkt	Metallbrackets				Plastikbrackets			
	Bond Strength lb/inch ² SD		Rebond Strenght lb/in ²		Bond Strength lb/in ²		Rebond Strenght lb/in ²	
<u>to Tach</u>	757	(34)	680	(100)	No Bond mit Plastikbrackets			
aktivator								
Katalysator								
<u>ond Eze</u>	670	(60)	590	(80)	570	(240)	770	(40)
Silver-Flüssigk.								
<u>ond Eze LC</u>	270	(80)	180	(40)	240	(50)	260	(60)
Alant Adhesive								
<u>acket Bond</u>	520	(60)	650	(100)	820	(60)	760	(120)
Silver-Flüssigk.								
<u>rection</u>	530	(40)	500	(300)	580	(210)	730	(200)
Silver-Flüssigk.								
<u>relon</u>	270	(30)	260	(80)	No Bond mit Plastikbrackets			
Silver-Flüssigk.								
<u>dur</u>	340	(20)	320	(70)	No Bond mit Plastikbrackets			
Alant Adhesive								
<u>nie</u>	460	(70)	480	(70)	810	(120)	930	(90)
Silver-Flüssigk.								
<u>e-Bond</u>	470	(100)	390	(120)	610	(140)	650	(180)
imer Adhesive								
<u>va System</u>	360	(80)	290	(50)	350	(170)	410	(90)
va Seal								
va Tach								
<u>thomite IIS</u>	630	(80)	610	(120)	870	(80)	890	(130)
Silver-Flüssigk.								
t.								
<u>otecto</u>	660	(80)	600	(100)	No Bond mit Plastikbrackets			
il A-Teil B								
<u>lo Tach</u>	730	(120)	680	(40)	No Bond mit Plastikbrackets			
aktivator Kataly-								
tor								

Schnittswert von 5 Proben mit Standarddeviation in Klammern (SD).

Die Bond strength der Metallbrackets variierte zwischen 270 und 757 pounds/square inch und die meisten Abbruchstellen waren im Bereich Zement-Bracket. Nach Säuberung und erneuter Ätzung wurden die Brackets erneut zementiert und die Rebond-Strength variierte zwischen 180 und 870 pounds/square inch und die meisten Abbruchstellen waren zwischen Zement-Bracket und in Höhe des Brackets. Fünf Zemente klebten die Plastikbrackets nicht. Die Rebond Strength variierte zwischen 260 und 930 pounds/square inch.

Zemente, die einen Sealant (oder Primer) und ein adhäsiv für Brackets verwenden, zeigten niedrigere Bond Strength Werte als jene Zemente, die in einem einzigen Vorgang verwendet werden.

Cohl et al (1972) verwendeten menschliche Prämolaren, welche aus orthodontischen Gründen extrahiert wurden, Plastikbrackets (Polycarbonat) vom Typ Begg und Edgewise 0,022 x 0,028 Zwillinge in Acrylkunststoff und als Adhäsiv ein Reaktionsprodukt aus Bis-phenol A und Glycidylmetacrylat (drei Teile im Gewicht) und Methylmetacrylat (ein Teil im Gewicht) als Monomer. Um ein sensibles UV-Licht Material zu bekommen, wurde dem Adhäsiv Benzoinmethylether 2 % beigelegt. Mit dem Instron Apparat wurden die Kräfte Shear und Tensile nach 1 Tag und nach 30 Tagen geprüft.

Shear Strength

1 Tag	30 Tage
$49,6 \pm 7,3 \text{ kg/cm}^2$	$57,7 \pm 8,1 \text{ kg/cm}^2$
$706 \pm 104 \text{ psi (lb/inch}^2\text{)}$	$821 \pm 116 \text{ psi}$

Durchschnitt von 10 Mustern

Tensile Strength

1 Tag	
$31,6 \pm 6,5 \text{ kg/cm}^2$	$35,8 \pm 9,9 \text{ kg/cm}^2$
$448 \pm 93 \text{ psi (lb/inch}^2\text{)}$	$508 \pm 141 \text{ psi}$

Durchschnitt von 10 Mustern

Die Schwächestellen des Bonding Systems mit UV waren die Interfacies Bracket-Adhäsiv und das Bracket selbst. Die Autoren fanden Tensile und Shear Kräfte als genügend hoch für die Kräftebedingungen, die man normalerweise in orthodontischen Klinikfällen vorfindet. Man muß jedoch die Kräftestöße während der Mastikation harter Substanzen bedenken.

Produkt	Durchschnitts- wert	S.D.	Variation
Nuva Tach (L.D. Caulk)			
1 Tag	30,17	3,37	37,5 - 26,0
1 Monat	30,64	5,61	39,5 - 23,4
3 Monate	31,87	3,32	38,1 - 27,0
Orthomite (Rocky Mountain)			
1 Tag	21,55	2,02	24,6 - 17,7
1 Monat	18,17	3,91	24,5 - 12,4
3 Monate	16,94	3,40	24,8 - 12,5
Directon (T.P. Laborities)			
1 Tag	20,06	3,24	25,9 - 12,5
1 Monat	16,06	2,90	22,4 - 12,5
3 Monate	12,57	2,43	18,7 - 9,2
Unitek (Unitek Adhesive, Unitek)			
1 Tag	16,10	2,48	20,8 - 11,0
1 Monat	15,26	3,57	21,6 - 10,4
3 Monate	13,68	1,83	15,5 - 9,4
Orobond (Ormco)			
1 Tag	26,15	4,05	33,2 - 20,0
1 Monat	9,19	4,30	18,3 - 4,0
3 Monate	8,61	3,51	14,3 - 4,2
Genie (Lee Pharmaceuticals)			
1 Tag	10,87	1,06	11,8 - 9,0
1 Monat	10,03	1,96	14,6 - 7,0
3 Monate	9,70	1,99	13,3 - 7,5
Strata Dent (Stratfor-Cookson)			
1 Tag	0,42	0,15	0,8 - 0,2
1 Monat	2,98	0,28	4,3 - 1,8
3 Monate	2,86	0,15	4,0 - 2,0

(Johnson et al., 1976)

Johnson et al. (1976) haben weitere Proben (Shear Strength) untersucht. Diese Proben wurden auf Rinderzähne mit Metall-brackets mit Retentionsbasis ausgeführt. 210 Zähne wurden mit dem Instron Universal Testing Apparat geprüft, und zwar nach 20 Minuten und nach Immersion in einer Salzlösung 30%. Schlußfolgerungen der Forschungsarbeit von Johnson et al. (Rinderzähne mit Diamantscheibe abgeschliffen, Behandlung mit den verschiedenen Adhäsiven, Instronprobe auf den Zwillingbrackets, 20 Minuten nach dem Bonding und 1 Monat und 3 Monate nach Immersion in einer Salzlösung 30%): Das Produkt Nuva Tach zeigte eine Resistenz gegenüber der Shear Kraft von 31,87 lbs, genau das Doppelte vom Produkt Orthomite. Die Resistenz des Nuva Tach gegenüber der Shear Kraft erhöhte sich im Laufe der 3 Monate, wenn auch nicht bemerkenswert. Die Produkte Orthomite, Unitek Adhäsive und Directon hatten folgende entsprechende Werte 16,94, 12,57 und 13,68 libbre und konnten somit in eine Gruppe mittelhoch (medium-high classification) zusammengefaßt werden. Die Produkte Orobond und Genie wurden mit ihren Werten 8,61 und 9,70 in einer Gruppe mittel-klein (medium-low classification) zusammengefaßt und standen außer dem Produkt Strata-Dent unter den anderen Werten. Das Produkt Strata-Dent hatte einen Anfangswert von 0,42 und erhöhte sich nach 1 Monat auf 2,98 und wurde daher als low classification klassifiziert.

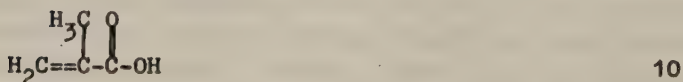
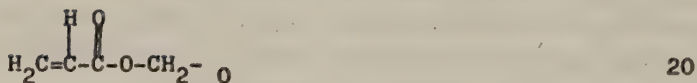
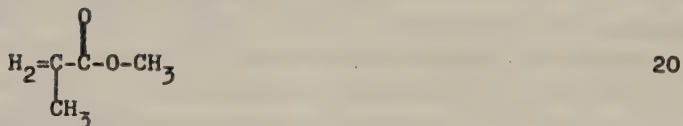
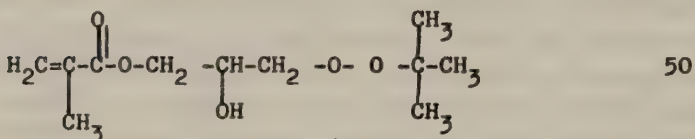
Arends et al. (1976) haben die Charakteren des Direct Bonding auf den Zähnen geprüft, in dem sie die Kunststoffe, die Bracketbasis (Unitek Zwilling in Polycarbonat und Begg Unipoint) und die verschiedenen Härtingszeiten in Betrachtung zogen.

Diese Autoren haben wie wir auch Rinderzähne verwendet und die Oberfläche mit Siliconscheiben abgeschliffen, mit 50%iger Phosphorsäure tamponiert mit ZnO 8% geätzt. Die Brackets wurden mit einem eigen entwickeltem Kunststoff aufgeklebt.

Kunststoff 50/20/20/10

Vinyl Monomer

Gewicht in %



Die Messungen erfolgten mit einem Zwick Tensile Testing Apparat.

Adhäsionskraft der direkt zementierten Brackets

Polymere %	Bracket	Aufrauung	Adhäsivkraft	Adhesive Strength kg/cm ²	SD	Bruchstelle
0	Unitek	---	0,4	2,9	1,5	Adhäsiv-Bracke
10	"	---	1,7	13,3	4,0	" "
20	"	---	1,9	14,8	6,0	" "
15	"	Aufgewärmte Felle dage- gepresst	6,9	53,5	16,0	Bracket-flügel verbogen
15	"	Chloroform + de Trey Pulver	4,8	37,5	4,0	" "

Die Resistenz dieser Adhäsion kann durch folgende Punkte beeinflusst werden:

- Adhäsionskraft zwischen Zahnschmelz und Adhäsiv
- mechanische Eigenschaften des Adhäsivs
- mechanische Eigenschaften des Materials aus dem die Brackets hergestellt sind
- Grösse der Bracketflügel (häufiger das Abbrechen der Unipoint Brackets vom Typ Begg gegenüber den Doppelbrackets).

Der Widerstand der Zementierung beträgt in der Großfläche Zahnschmelz-Zement 121 kg/cm², während die maximale Adhäsion Zement-Bracketbasis 53 kg/cm² beträgt. Der Schwächepunkt ist folglich die Interfaces Zement-Bracket.

Die Autoren haben eine relevante Standarddeviation beobachtet und dabei unterstreichen sie die Ausführung von Snijer et al. (1967)

Der als Kriterium der mittleren Bond Strength 3 Standard-deviationen angibt. Danach wäre die mittlere Bond Strength weniger 3 Standarddeviationen gleich der maximalen Kraft, die während der Bewegungen auf dem Bracket ausgeübt werden (circa 29 kg/cm^2).

Versucht man die Ergebnisse der verschiedenen Studien tabellarisch zu erfassen, so ergeben sich die auf den beiden nächsten Seiten skizzierten Resultate.

Dabei erscheint erstaunlich, daß die in der Firmenmitteilung von American Orthodontic angegebenen Shear-force-Werte deutlich über den von mir ermittelten Befunden liegen

Adhäsionsproben (Persönliche Mitteilung der Firma American Orthodontic)

Adhäsiv	Bracketbasis	Shear Force lbs	Kommentar
Komposit 70%	AO (Amer. Orthod.) solid-fine mesh	64 (Durchschnitt 4)	Zahnbruch bei 60 lbs. 1 Zahn 2 von 5 Netz auf Za geglieben
Komposit 70%	AO solid heavy mesh	60 (Durchschnitt 0)	In 3 von 5 Bracketbasis abgebrochen
Komposit 70%	Ormesh solid fine mesh	52 (Durchschnitt 4)	Zahnbruch bei 52 lbs
Endur	Ormesh solid fine mesh	51,5 (Durchsch. 5)	Zahnbruch bei 46 lbs
Komposit 72%	solid fine mesh	48,5 (Durchsch. 5)	In 2 Muster wird der Zah schmelz entfernt
Komposit 72%	nur Netz	39 (Durchschnitt 3)	Zahnabbruch bei 33 lbs
Komposit 72%	perforiert mit heavy mesh	37 (Durchschnitt 4)	Instron Defekt
Komposit 72%	GAC perforiert	30 (Durchschnitt 4)	
Komposit 72%	AO perforiert	29,5 (Durchsch. 4)	

Bemerkung: Für Misserfolg versteht man kohäsiver Abbruch innerhalb des Komposit oder zwischen Komposit und der Enamel Bond Schicht. Man hat nie einen Abbruch zwischen Bracketbasis und Komposit gehabt.

Verwendete Produkte für die direkte Zementierung der Brackets

Name	Fabrikant	Adhäsiv	Ätzmittel	Kosten Kit \$	Kosten \$/g	Beobachtungen
Solo Tach Caulk		2 Pasten (Kat. 7,2 g Base 8 g) + Aktivator	100 ml 50% mit ZnO	40	3,06	Nach Aktivierung shelf li- von 2 1/2 Monate (kühl au- bewahrt) Metallbrackets: Man muss auf kalter Platte mischen
Auto Tach Caulk		wie Solo Tach	wie ST	40	3,06	Nach Aktivierung shelf li- von 2 1/2 Monate (kühl au- bewahrt) Metall- oder Plastikbrack- Indirect Bonding. Man mu- auf kalter Platte mischen
Nuva Tach Caulk		4 Töpfe (2,5 g) + Ini- siator + 1 Primer (9 ml) für Plastikbrackets	10 ml 50% mit ZnO	27	2,70	Metallbrackets oder Plast- brackets mit Primer. Mit Nuva Seal verwenden
Bond Eze Unitek (Polymer. mit UV)		1 Paste (5 g) 1 Sea- lant (10 ml) für Zahb- schmelz	6 ml Gel 60%	35	11	Mit Nuva Lite Licht oder vedent Licht verwenden. tall- oder Plastikbracket
Directon TP Labs		Pulver (13 g) Flüss- sigk. (8 ml) Primer Vinyl-Silan (8 ml)	20 ml Gel	27,50	1,3	Metall- oder Plastikbrack- Etchant auch flüssig zur Verfügung
Endur Ormco		2 Pasten (je. 15 g) 2 Sealant (7,5 ml)	15 ml 50%	90	3	Kann nur Metallbrackets O- mesh verwenden. Füller i- Silice sub-micron
Orthomite Rocky II S Mountain		Pulver 2 g Flüssigk. 7 ml	Gel 65%	68,25	7,04	Ethyl Alkohol zur Reini- der Brackets. Chloroform Adhäsiv zu entfernen. Kunststoff MMA mit Boran Katalysator. Metall- oder Plastikbrackets
Concise Ortho- 3M don. System		2 Pasten (18 g) 2 Flüssig. (2,5 g)	6 g sol. 37%	69,50	1,93	Kann für direct und indir- Bonding verwendet werden. Metall- oder Plastikbrack- mit Primer
Protecto Lee		2 Pasten (10 g) Aktivator für B (kühl aufbewahren)	10 g Gel 50%	80	4	Metall- oder Plastikbrack- mit Primer Protecto. Auc- als Coating Cosmetic für kalzifizierte Stellen ver- wendet
Genie Lee		Pulver (12 g) Flüssig. (6 g)	6 g Gel 50%	120	6,67	Metall-oder Plastikbracke
Lee-Bond Lee (Polymer. mit UV)		1 Paste (6 g) 1 Primer für Plastikbrackets	6 g Gel 50%	28	4,67	Metall- oder Plastikbrack- Primer und Paste must be capped jedes Mal

Die Entwicklung der Brackets mit Metallbasis (pad) für das Bonding und der Plastikbrackets ist weit fortgeschritten.

Zur Zeit haben wir Plastikbrackets (Polycarbonat und Akrylat) zur Verfügung, weiterhin Metallbrackets mit perforierter Basis, mit Netzbasis, mit Metallplatte und darunterliegendem Netz und zuletzt mit einer Netzbasis mit Perforation. Es wurden auch Metallbrackets vom Typ Broussard verwendet, wobei auf der unteren Seite in 4 Punkten 2 Metalldrähte angeschweisst wurden (Hablützel, 1976).

Die zur Zeit zur Verfügung stehenden Plastikbrackets haben nicht die gleichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften wie die Metallbrackets. Die Plastikbrackets besitzen im Durchschnitt eine Elastizität, die 80-mal die der Metallbrackets ist, weiterhin absorbieren sie Wasser, sind weniger resistent und dadurch zeigen sie eine geringere Resistenz gegenüber bestimmten Bewegungen (torque), die durch einen Vierkantdraht hervorgerufen werden. Weiterhin wie bereits erwähnt, brechen häufig die Flügel ab, wo vorwiegend abgebunden wird und speziell in der Endphase der Behandlung. Weiterhin muß man das Problem beachten, daß die Plastikbrackets eine Pigmentierung erfahren, was natürlich ihren Hauptvorteil - der ästhetische Aspekt - beeinträchtigt.

Die Plastikbrackets besitzen die gleiche Form der Metallbrackets, doch in letzter Zeit haben verschiedene Fabrikanten (Rocky Mountain und Lee Pharmaceuticals) Plastikbrackets (Polycarbonat) mit neuer Form auf den Markt gebracht.

Nach Yankelson (1975) sind viele Vorschläge zur Verbesserung der Plastikbrackets eingegangen:

1. Entwicklung einer neuen Serie von Plastikbrackets, mit neuer geeigneter Form für die Eigenschaften des Kunststoffes.
2. Die gegenwärtigen Kunststoffe mittels Einschließung von Füllern verstärken, d.h. ein Composite Bracket entwickeln.
3. Eine neue Serie von Kunststoffen entwickeln mit verbesserten Eigenschaften speziell für den Mund.
4. Metall und Kunststoff kombinieren, um somit stabile und ästhetische Brackets zu bilden.

Weitere Versuche wurden ausgeführt, um den ästhetischen Aspekt zu berücksichtigen und somit Brackets mit Zahnfarbe oder durchsichtig zu bekommen. Vig (1975) berichtet von Brackets aus Porzellan-Aluminium mit perforierter Basis, wo die Härte des Porzellans sich mit der ähnlichen Zahnfarbe kombiniert.

Andere Versuche Metallbrackets mit zahnfarbähnlichem Material zu überziehen (Dentaurum Pforzheim, Forestaden) haben nicht sehr viel Erfolg gehabt.

Brackets

Abb. 1-2 - Kunststoffbrackets (Polycarbonat) von Unitek.

Diese Brackets wiederholen grundsätzlich die Metallbrackets vom Typ Edge-wise ohne jedoch physikalischen und mechanischen Eigenschaften zu haben. Sie sind weniger resistent (vor allem die Flügel), sie können leicht pigmentieren, auf Grund der Elastizität kann man die Torque Bewegung nicht ausführen.

Abb. 3 - Kunststoffbrackets von Rocky Mountain aus Polycarbonat mit reduzierter Basis. Es gelten die gleichen Beobachtungen wie bei Unitek.

Abb. 4 - Kunststoffbracket mit neuer Form (Miura D.B.S.)

Diese neue Form zeigt abgeänderte Flügel, um die Bruchmöglichkeit zu verringern.

Abb. 5-6 - Metallbrackets von Forestadent. Dieses Metallbrackets sind auf ein feinmaschiges Netz aufgeschweisst. Man kann das Netz zuschneiden und der Basis die gewünschte Form geben. Die Enddrähte können die Schleimhaut irritieren, wenn sie nicht komplett vom Adhäsiv überzogen sind. Weiterhin kann das Adhäsiv durch das Netz dringen und die Flügel ausfüllen. Bei der Entfernung können Netzteile auf dem Zahn zurückbleiben.

Abb. 7-8 - Metallbrackets von Rocky Mountain mit gelöcherter Basis. Diese Löcher lassen das Adhäsiv durchdringen und es bilden sich kleine Pilze, die die Retention erhöhen. Das Adhäsiv kann jedoch auch hier die Flügel ausfüllen, die zur Bindung dienen.

(Brackets)

Abb. 9-10 - Metallbrackets von American Orthodontic mit grobmaschiger Netzbasis. Dieser Typ hat bisher die besten Erfolge gezeigt. Das Adhäsiv dringt in die Netzmaschen ein und die Metallplatte verhindert das Ausfüllen der Flügel. Als Nachteile werden die Schweisspunkte gesehen, die eine Schwächezone darstellen.

Abb.11 - Metallbrackets von Rocky Mountain mit feinmaschiger Netzbasis. Auch dieses Netz wurde aufgeschweisst. Das feinmaschige Netz zeigt weniger Vorteile gegenüber dem grobmaschigen Netz. Das visköse Adhäsiv dringt weniger leicht in diese Maschen ein.

Abb.12 - Metallbasis mit Netzbasis von American Orthodontic. Auf diese Platte kann man verschiedene Teile aufschweißen: Haken (links) und lingual buttons (rechts). Auf diese Teile kann man mit Gummibänder Traktionskräfte ausüben.

Abb.
1



Abb.
2

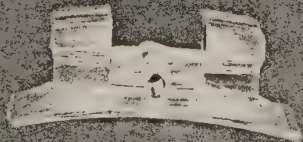


Abb.
3



Abb.
4



Abb.
5

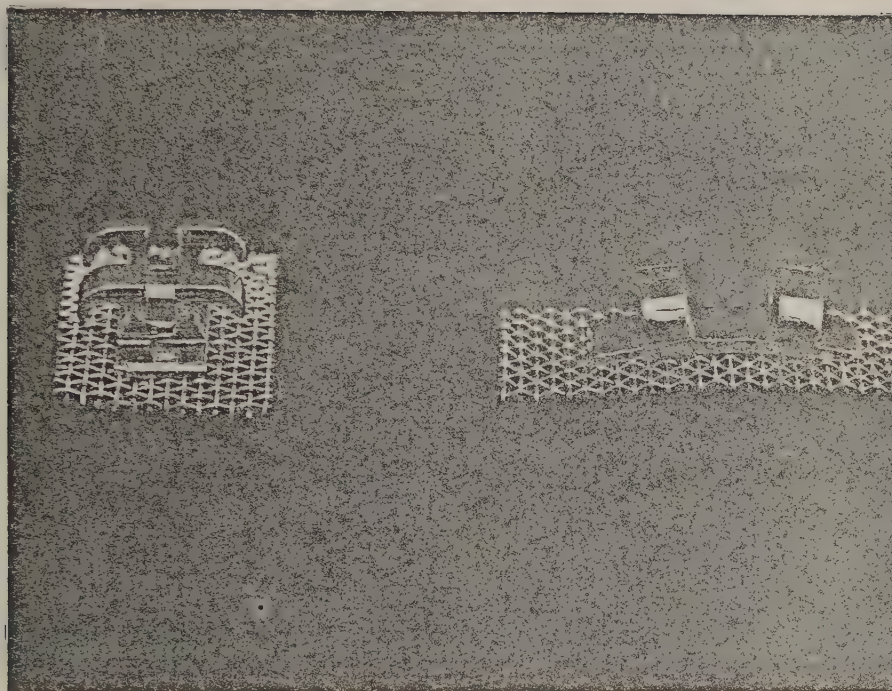


Abb.
6

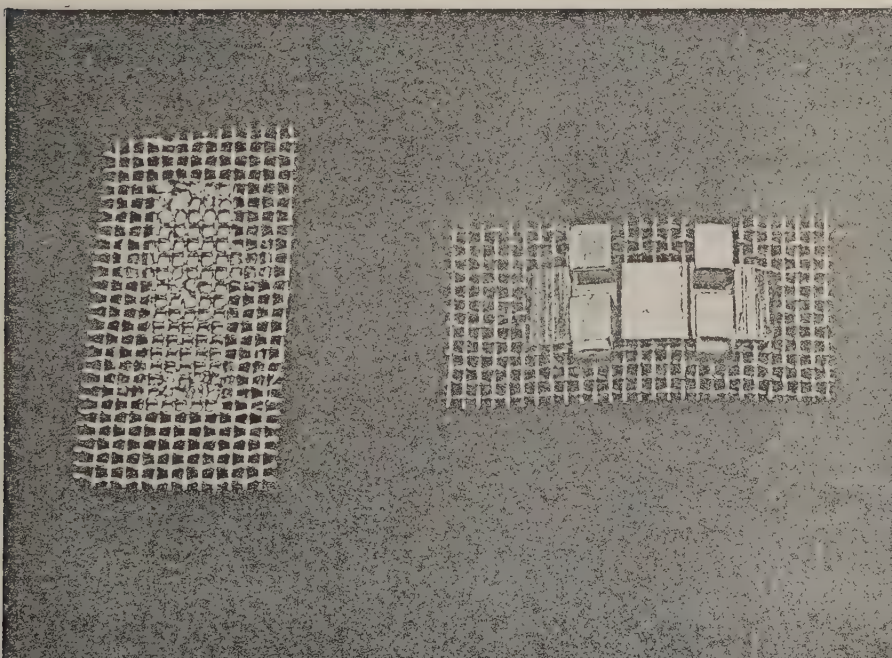


Abb.
7



Abb.
8



Abb.
9

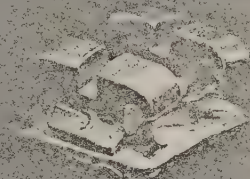


Abb.
10

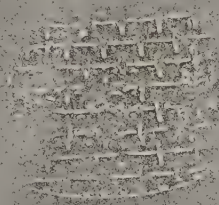
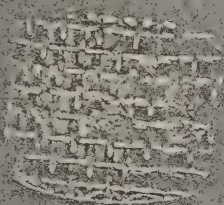


Abb.
11

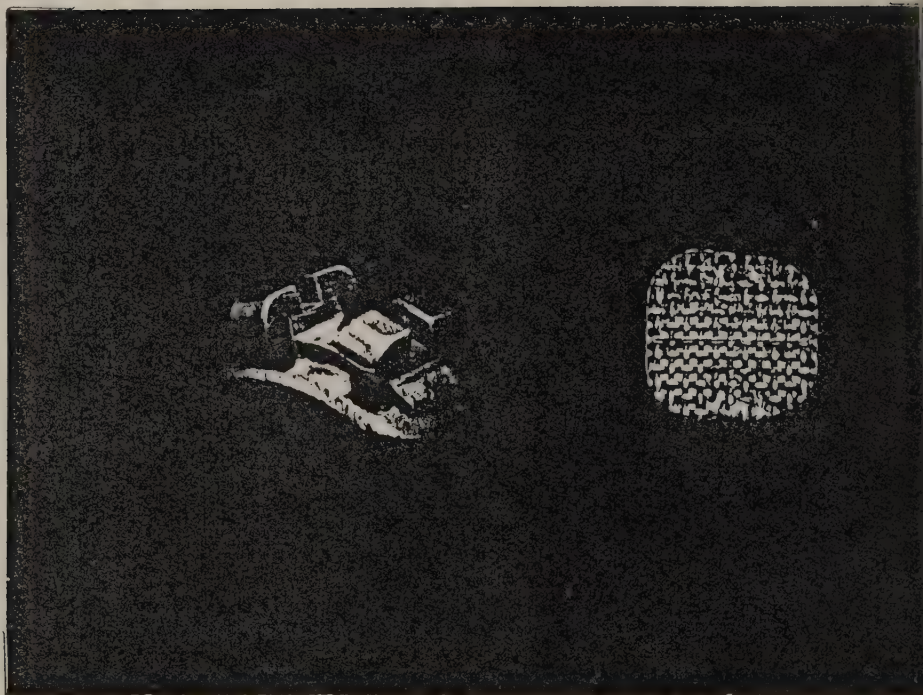
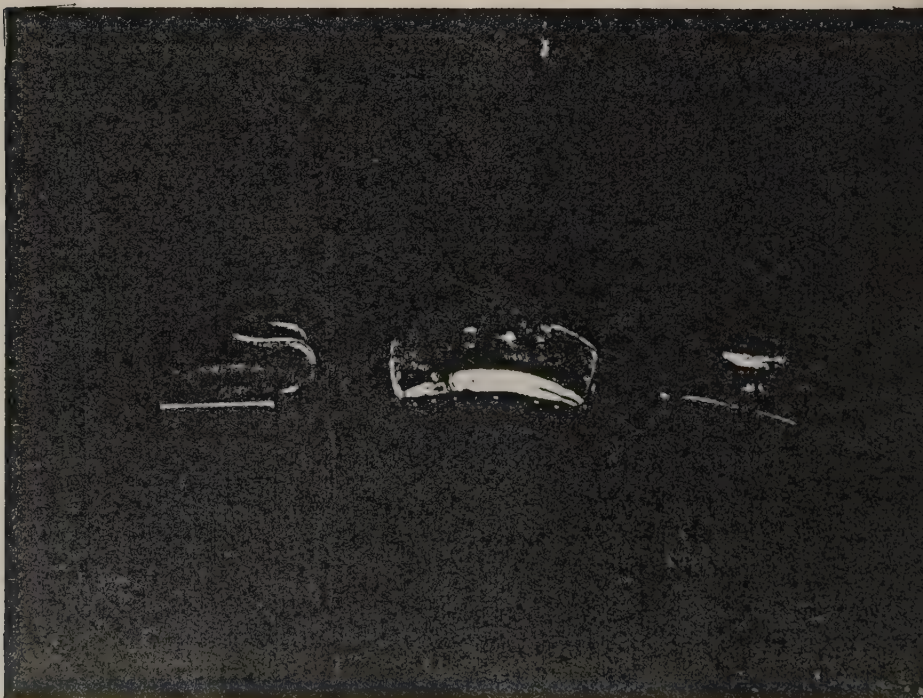


Abb.
12



In den Metallbrackets wurde am meisten der Teil studiert und abgeändert, der der Zahnoberfläche gegenübersteht: die Basis. Kein verwendetes Adhäsiv verbindet sich mit dem Metall. Faulkner und Harcourt (1972) haben die Adhäsion der Polymethylmetacrylate am Stahl erhöht, indem das Metall mit silanischem Material vorbehandelt wurde.

Es existiert jedoch noch keine chemische Kombination zwischen Adhäsiv und Metall und daher handelt es sich nur um eine mechanische Fixation. Verschieden sind die mechanischen Kombinationen (Interlocking): die Basis der Brackets kann mechanisch oder chemisch aufgerauht werden, die Basis kann perforiert sein oder ein Metallnetz kann an die Bracketbasis angeschweisst werden.

Gegenwärtig wird das Metallnetz als Basis am meisten verwendet. Das Metallnetz besitzt nämlich die Aufgabe, eine Oberfläche mit Eindringungsmöglichkeiten für das Adhäsiv aufzuweisen, ähnlich wie auf der anderen Seite, wo der Zahnschmelz einer Ätzung unterzogen wurde.

Die Anschweissung der Brackets auf nur ein Metallnetz wurde nicht von allen angenommen, auch wenn es ermöglicht die Größe der Basis je nach Bedingungen zu bestimmen. Nach Moin und Dogon (1977) geben diese Brackets, welche direkt auf das Metallnetz angeschweisst werden, aus folgenden Gründen unzufriedene Ergebnisse:

1. Die flexiblen Ränder des Metallnetzes stehen vom Zahn ab und können dadurch bei der Abbindung stören.
2. Oft tritt das Adhäsiv durch das Netz und füllt dadurch die Flügel der Brackets (Edge-wise) oder den Slot der Begg-Brackets aus.
3. Der Netzrand kann die Schleimhaut irritieren, wenn dieser nicht komplett vom Adhäsiv überdeckt wird.
4. Während der Anschweißung des Brackets auf das Netz kann es zu einer Fusion einiger Netzfäden kommen, welche später leicht brechen können. Während der Entfernung der Brackets von der Zahnkrone, können die Brackets von der Netzbasis sich lösen und das Netz bleibt teilweise oder ganz auf dem Zahn zurück und kann nur unter großen Schwierigkeiten entfernt werden.

Die Produktion der Metallbrackets orientiert sich dadurch auf Brackets mit Metallplatte, auf welcher ein Metallnetz angebracht wird. Heute hat man Brackets mit feinmaschigem (fine mesh) oder grobmaschigem (heavy coarse mesh) Netz zur Verfügung.

Reynolds und Fraunhofer (1976) haben die Adhäsion (Bond Strength) der Brackets im Vergleich zur Netzgröße untersucht, wobei Lingualknöpfe Dentaurum verwendet wurden. Auf deren Basis wurden verschiedene Netzgrößen angebracht. Diese Knöpfe wurden auf menschliche Prämolaren aufgeklebt und den Proben der Bond Strength unterzogen, welche mit dem Instron Universal-testing Apparat ausgeführt wurden (s.S.).

Zusammenfassung

Erörtert wird die relativ neue Technik in der zahnärztlichen Chirurgie und Kieferorthopädie, die sich aus der Möglichkeit ergibt, direkt auf den Zähnen zementierten Brackets zu befestigen.

Der erste Teil geht kurz auf Forschungsarbeiten, zu diesem Thema ein.

Danach wird die klinische Anwendungsmöglichkeit an Hand der Literatur und eigener Behandlungsbeispiele diskutiert und das Ergebnis durch Bilder dokumentiert.

Der experimentelle Teil berichtet über eigene Kontrollen zum Brackethalt. Hierzu wurden Brackets auf Rinderzähnen mit verschiedenen Zementen befestigt. Diese Muster (86) wurden in der Shear Strength mit einem Instron-Apparat kontrolliert. Die Ergebnisse sind statistisch ausgewertet.

Feine chemische Analysen (Spektrofotometrie I.R., Röntgenstrahlen etc.) ergaben, daß die Adhäsive grundsätzlich aus epoxydischen Kunststoffen (mit einem Ester vom Typ Acrylic abgeändert) und inorganischen Substanzen (Silitum) zusammengesetzt sind.

Die Literaturübersicht und Ergebnisdiskussion geht auf chemische und physikalische Grundlagen ein, stellt die verschiedenen Bracketmodelle und die Technik der direkten "Zementierung" vor.

Zum Ergebnis kann man bestätigen, daß die Technik der direkten "Zementierung" von Brackets von großem Nutzen und Interesse in der zahnärztlichen und speziell bei bestimmten Fällen der orthodontischen Chirurgie ist.

BIBLIOGRAPHIE

- Bishara S.E., Kommer D.D., McNeil M.H., Montagano L.N., Oesterle L.J. and Youngquist H.W.: Management of impacted canines.
Amer. J. Orthod. 69, 371-387, 1976.
- Bowen R.L.: Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of Bis-phenol and glycidyl acrylate.
United States Patent Office, Pat. 3:066, 112, 1966.
- Buonocore M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic fillings materials to enamel surfaces.
J. Dent. Res. 34, 849-853, 1955.
- Buonocore M.G., Matsui A., Gwinnett A.J.: Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding.
Arch. oral Biol. 13, 61-70, 1968.
- Brandt S., Servoss J.M. and Wolfson J.: Practical methods of bonding, direct and indirect.
J. Clin. Orthod. 9, 610-635, 1975.
- Brauer G.M. and Termini D.J.: Bonding of bovine enamel to restorative resin: Effect of pretreatment of enamel.
J. Dent. Res. 51, 151-160, 1972.
- Caspersen I.: Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic brackets: A scanning electron microscopic study.
Amer. J. Orthod. 71, 637-650, 1977.
- Cohen M. and Silverman E.: Interview on indirect bonded practice
J. Clin. Orthod. 8, 384-405, 1974.
- Cohl M.I., Green L.J. and Eick J.D.: Bonding of clear orthodontic brackets using an ultraviolet sensitive adhesive.
Amer. J. Orthod. 62, 400-411, 1972.

- Craven K.: A rapid indirect method for direct bonding of brackets.
Dental Survey 53, 4, 32, 1977.
- Cunat J.J.: The impact of interproximal band thickness on treatment and retention.
Am. J. Orthod. 62, 481-498, 1972.
- Daft K.S., Lugassy A.A.: A preliminary study of orthodontic treatment with the use of directly bonded brackets.
Amer. J. Orthodont. 65, 407-418, 1974.
- Dietz V.S.: A technique for direct bonding of orthodontic attachments.
J. Clin. Orthod. 6, 681-689, 1972.
- Di Salvo Nicholas A.: Evaluation of unerupted teeth: orthodontic viewpoint.
J. Amer. Dent. Ass. 82, 829-835, 1971.
- Dogon I.L., Van Leueuwen M. and Kirklin M.: In vivo studies on the sealing of fluoride in teeth: Two years of clinical results (Abstr.).
J. Dent. Res. 52, 118, 1973.
- Faulkner K.D.B. and Harcourt J.K.: Use of adhesion promoter in acrylic to metal bonding.
Australia/New Zealand Division IADR, Abstr. n. 29, 1974.
- Faust J.B., Grego G.M., Pui L.F. and Powers J.M.: Penetration coefficient, tensile strength of thirteen direct bonding orthodontic cements.
Amer. J. Orthod. 73, 512-525, 1978.
- Fitzpatrick D.A. and Way D.C.: The effects of wear, acid etching, and band removal on human enamel.
Amer. J. Orthod. 72, 671-681, 1977.
- Garn N.W.: Direct bonding: A clinical study using an ultraviolet sensitive adhesive system.
Amer. J. Orthod. 69, 455-463, 1976.

- Gianelly A.A.: Direct bonding of plastic brackets.
J. Clin. Orthod. 7, 95-105, 1973.
- Gorelick L.: Bonding metal brackets with a self-polymerizing sealant composite: A 12-month assessment.
Amer. J. Orthod. 71, 542-553, 1977.
- Grenadier I., Philips C. and Stein S.H.: Bonding attachments directly to teeth.
J. Pract. Orthod. 3, 399-403, 1969.
- Gwinnett A.J.: Morphology of the interface between adhesive resins and treated human enamel fissures as seen by scanning electron microscopy.
Arch. Oral Biol. 16, 237-238, 1971.
- Gwinnett A.J. and Ceen R.F.: An ultraviolet photographic technique for monitoring plaque during direct bonding procedures.
Amer. J. Orthod. 73, 178-186, 1978.
- Gwinnett A.J. and Gorelick L.: Microscopic evaluation of enamel after debonding: Clinical application.
Amer. J. Orthod. 71, 651-665, 1977.
- Gwinnett A.J. and Matsui A.: A study of enamel adhesives.
Arch. Oral Biol. 12, 1615-1620, 1967.
- Halblützel W.: Direct Bonding in der Orthodontie.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk., Marz 1976.
- Hunter J.S., Casco J.S., Leinfelder K.F., Taylor D.F.: Evaluation of direct bonding orthodontic systems.
J. dent. Res. 52, 182, 1973.
- Iranpour B.: Application of enamel adhesives in oral surgery.
Int. J. Oral Surgery 3, 223-226, 1974.
- Johnson W.T., Hombree J.H. and Weber F.M.: Shear strength of orthodontic direct bonding adhesives.
Amer. J. Orthod. 70, 559-566, 1976.

- Johnston W.D.: Treatment of palatally impacted canine teeth.
Amer. J. Orthod. 56, 589-596, 1969.
- Keizer S., Ten Cate J.M. and Arends J.: Direct bonding of orthodontic brackets.
Am. J. Orthod. 69, 318-327, 1976.
- Kent S.: Direct attachment of stainless steel brackets.
J. Pract. Orthod. 3, 319, 1969.
- Koidin M.B.: Schienungen traumatische Verletzungen in der Kinderzahnheilkunde mit Composite-Materialien.
Die Quintessenz, Ref. Nr. IV/5654, Sept. 1977.
- Lee H.L., Orlowsky J.A., Enabe E. and Rogers B.J.: In vitro and in vivo evaluation of direct bonding orthodontic bracket systems.
J. Clin. Orthod. 8, 227-238, 1974.
- Lewis P.D.: Preorthodontic surgery in the treatment of impacted canines.
Amer. J. Orthod. 60, 382-397, 1971.
- Lutz F.: Die Adhasive-Versiellung: Fortsetzung einer Literaturübersicht.
Schw. Mschr. Zahnhlk. 84, 1082-1112, 1974.
- Lutz F., Burkart R.: Das Concise-Enamel Bond-System, eine Alternative?
Schweiz. Mschr. Zahnhlk. 84, 1113-1129, 1974.
- Meurman and Nevaste : zit. Zachrisson B.J.: Iatrogenic damage in orthodontic treatment (Part 2).
J. Clin. Orthod. 12, 208-220, 1978.
- Mitschell D.L.: Bandless orthodontic brackets.
J. Am. Dent. Assoc. 74, 103-110, 1967.
- Mitchem J.C. and Turner L.R.: The retentive strength of acid-etched retained resins.
J. Amer. Dent. Ass. 89, 1107-1110, 1974.

- Miura F., Nakagawa K., Masuhara E.: New direct bonding system for plastic brackets.
Amer. J. Orthodont. 59, 350-361, 1971.
- Miura F., Nakagawa K. and Isjhizaki A.: Direct bonding system in general dentistry.
J. Amer. Dent. Assoc. 88, 360-366, 1974.
- Mizrahi E.: sit. Zachrisson B.J., Clin. Orthod. 12, 208-220, 1978.
- Mizrahi E. and Smith D.C.: Direct cementation of orthodontic brackets to dental enamel.
Br. Dent. J. 127, 371-375, 1969.
- Moin K. and Dogon I.L.: Indirect bonding of orthodontic attachments.
Amer. J. Orthod. 72, 261-275, 1977.
- Monteil M.: La mise en place des incisives et canines incluses au moyen d'appareils amovibles. L'orthodontie française 124-175, rapport du XXXII Congrès, 1959.
- Moss J.P.: An orthodontic approach to surgical problems.
Amer. J. Orthod. 68, 363-390, 1975.
- Mugnier A.: Alveolectomies conductrices. Versions chirurgicales et ancorages sur canines incluses.
Actual. Odontostomatol. 105, 79-95, 1974.
- Mulholland R.D., De Shazer D.O.: The effect of acid pretreatment solutions on the direct bonding of orthodontic brackets to enamel.
Angle Orthod. 38, 236-243, 1968.
- Nagel J.N.: A materials evaluation of ten direct bonding systems utilizing polycarbonate brackets. Master's Thesis.
Case Western Reserve University, School of Dentistry,
- Newman G.V.: Epoxy adhesive for orthodontic attachments: Progress report.
Amer. J. Orthod. 51, 901-912, 1965.

- Newman G.V.: Bonding plastic orthodontic attachment.
Dent. Pract. 3, 231-238, 1969.
- Newman G.V.: Adhesion and orthodontic plastic attachments.
Amer. J. Orthod. 56, 573-588, 1969.
- Newman G.V.: Clinical treatment bonded plastic attachments.
Amer. J. Orthod. 60, 600-610, 1971.
- Newman G.V.: Current status of bonding attachments.
J. Clin. Orthod. 7, 425-449, 1973.
- Newman G.V., Facq J.M.: The effects of adhesive systems on tooth surfaces.
Amer. J. Orthodont. 59, 67-75, 1971.
- Nielsen I.L., Pryds U. and Winkler T.: Direct bonding on impacted teeth.
Am. J. Orthod. 68, 666-678.
- Ohisawa T.: Studies on solubility and Adhesion of the enamel in pretreatment for caries preventive sealing.
Bull. Tokyo Dent. Coll. 13, 65-82, 1972.
- Porter W.J. and Rider E.A.: A method of anchorage for orthodontic movement of unerupted teeth.
J. Oral Surg. 32, 513-515, 1974.
- Rensch J.A.: Direct cementation of orthodontic attachments.
Amer. J. Orthodont. 63, 156-160, 1973.
- Retief D.H.: A comparative study of three etching solutions: Effects on contact angle, rate of etching and tensile bond strength.
J. Oral Rehab. 1 381-390, 1974.
- Retief D.H., Dreyer C.J. and Gavron G.: The direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive.
Amer. J. Orthodont. 58, 21-40, 1970.

- Retief D.H. and Sadowsky P.L.: Clinical experience with the acid etch technique in orthodontics.
Am. J. Orthod. 68, 645-654, 1975.
- Reynolds I.R.: A review of direct bonding orthodontic.
Br. J. Orthod. 2, 171-178, 1975.
- Reynolds I.R. and von Fraunhofer J.A.: Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: The relation of adhesive bond strength to gauze mesh size.
Br. J. Orthod. 3, 91-95, 1976.
- Sakamaki S.T. and Bahn A.N.: Effect of orthodontic banding on localized oral lactobacilli.
J. Dent. Res. 47, 255-279, 1968.
- Silverman E. and Cohen M.: Current adhesive for indirect bracket bonding.
Amer. J. Orthod. 65, 76-84, 1974.
- Silverman E. and Cohen M.: A report on a major improvements in the indirect bonding technique.
J. Clin. Orthod. 9, 270-276, 1975.
- Silverman E., Cohen M., Giannelly A.A. and Diets V.S.: A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets.
Amer. J. Orthodont. 62, 236-244, 1972.
- Silverstone L.M.: Etching Teeth with Acids.
British Dent. J. 135, 95, 1973.
- Silverstone L.M., Fissure sealants. Laboratory studies.
Caries Research 8= 2-26, 1974.
- Silverstone L.M. and Dogon I.L.: The acid etch technique. Proceedings of an international symposium.
North Central Pub. Co., St. Paul, Minnesota, 1975.
- Slodov I., and Armbrecht G.: A reliable method for direct bonding of metal brackets.
J. Clin. Orthod. 8, 512-517, 1974.

- Smaha C., Voth E.D.: A positioning device for direct bracket attachment.
Amer. J. Orthod. 62, 394-399, 1972.
- Smith R.S., Spinelli J.A. and Tarhjkov D.J.: Phosphoric acid penetration during direct bonding.
Amer. J. Orthod. 70, 543-550, 1976.
- Snujder W.H., Wilson C.E., Newman G.V. and Semen J.: Investigation of fast setting acrylic adhesives for bonding attachments to human tooth surfaces.
J. Appl. pol. Sci. 2, 1509-1527, 1967.
- Stangl D.P.: Conservative treatment of palatally impacted canines.
Am. J. Orthod. 69, 328-334, 1976.
- Stratemann M.W. and Shannon I.L.: Control of decalcification in orthodontic patients by daily self-administered application of water-free 0.4 per cent stannous fluoride gel.
Amer. J. Orthod. 66, 273-279, 1974.
- Vanarsdall R.L. and Corn H.: Soft tissue management of labially positioned unerupted teeth.
Amer. J. Orthod. 72, 53-64, 1977.
- Vig P., in Silverstone L.M. and Dogon I.L.: The Acid Etch Technique. North Central Pub. Co., St. Paul, Minnesota, 1975.
- von der Heydt K.: The surgical uncovering and orthodontic positioning of unerupted maxillary canines.
Am. J. Orthod. 68, 256-276, 1975.
- Weisser J.I.: A succesful method for bonding stainless steel brackets and auxiliaries.
J. Clin. Orthod. 7, 637-645, 1973.
- Wickwire N.A. and Rentz D.: Enamel pretreatment: A critical variable in direct bonding systems.
Am. J. Orthod. 64, 499-512, 1973.

Wolfson J., Servoss J.M.: Bandless but fixed retention.
Am. J. Orthod. 66, 431-434, 1974.

Yankelson M., in Silverstone L.M. and I.L. Dogon: The Acid Etch Technique. North Central Pub. Co., St. Paul, Minnesota, 1975.

Youngquist H.W.: Management of impacted canines.
Am. J. Orthod. 69, 371-387, 1976.

Zachrisson B.U.: Oral Hygiene for orthodontic patients: Current concepts and practical advice.
Am. J. Orthod. 66, 487-497, 1974.

Zachrisson B.U., Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment.
Am. J. Orthodont. 69, 285-300, 1976.

Zachrisson B.U., Direct bonding in orthodontic treatment and retention: a post-treatment evaluation.
Trans. Eur. Orthod. Soc. __, - , 1977.

Zachrisson B.U.: A post-treatment evaluation of direct bonding in orthodontics.
Am. J. Orthod. 71 (2), 173-189, 1977.

Zachrisson B.U.: Iatrogenic damage in orthodontic treatment (Part 2).
J. Clin. Orthod. 12, 208-220, 1978.

Zachrisson B.U. and Zachrisson S.: Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances.
Scand. J. Dent. Res. 79, 183-192, 1971.

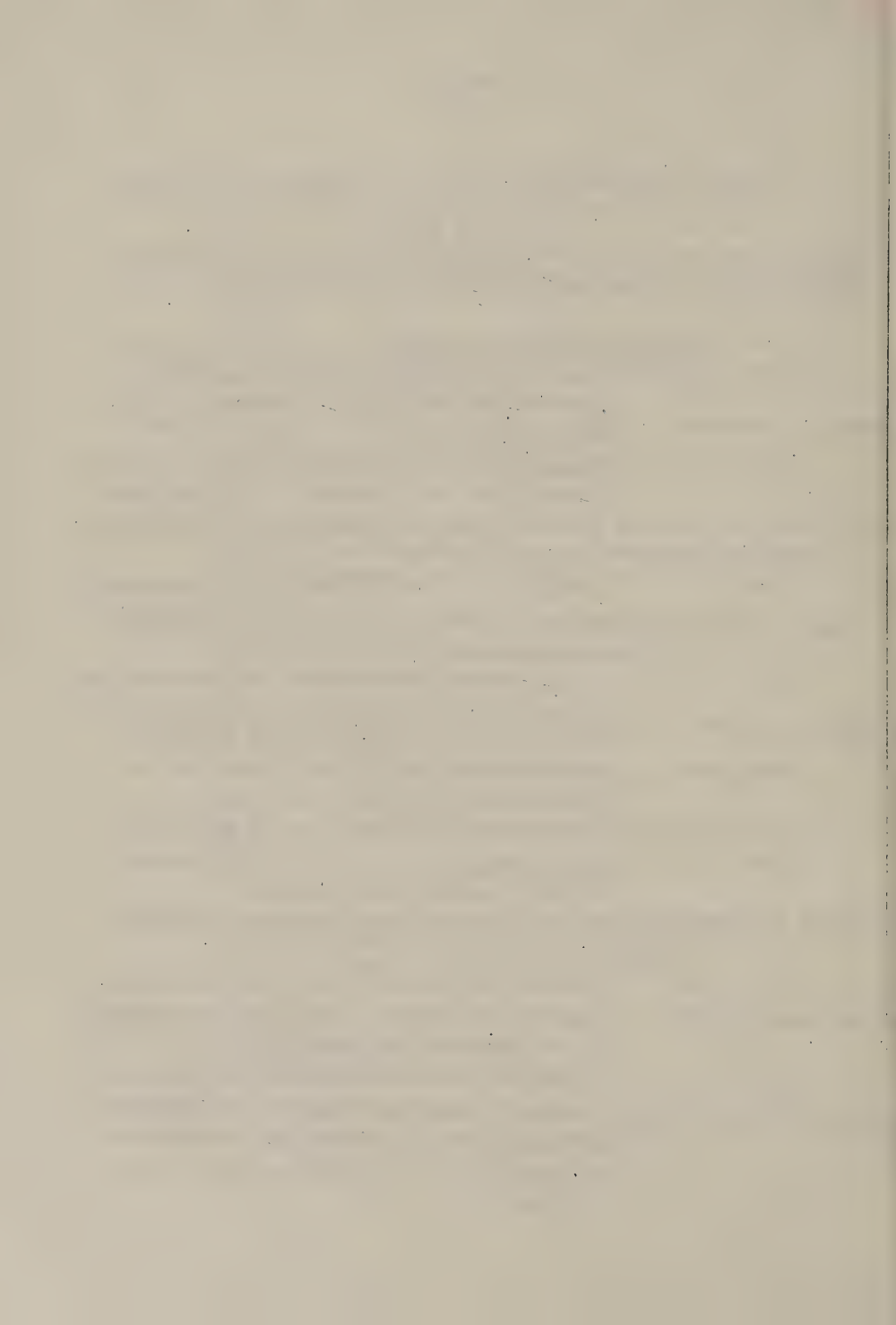
Zachrisson B.U. and Zachrisson S.: Gingival condition associated with orthodontic treatment.
Angle Orthodont. 42, 26-34, 1972.

Ziegler T.F.: A modified technique for ligating impacted canines
Am. J. Orthod. 72, 665-670, 1977.

L e b e n s l a u f

(Professor Giorgio B O R E A)

- 1933 (28.10) geboren in Ferrara
- 1958 (29.11) Doktor in Medizin und Chirurgie an der Universität Bologna mit Punktzahl 110/110 mit Auszeichnung.
- 1960 (24.06) Facharzt für Stomatologie an der Universität Bologna mit Punktzahl 70/70 mit Auszeichnung und Veröffentlichung der Doktorarbeit.
- 1960 Ernennung zum Außerordentlichen Assistenten an den Lehrstuhl der Klinik für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde.
- 1962 Ernennung zum Ordentlichen Assistenten am Lehrstuhl der Klinik für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde der Universität Bologna
- 1962-1963 Assistenzarzt an der Abteilung für Orale Kieferchirurgie (Prof.H.Harnisch) des Rudolf-Virchow-Krankenhauses West-Berlin.
- 1966 (04.10) Privatdozentur in der Odontoiatrischen Klinik Rom für Zahnheilkunde.
- 1971 (29.01) Privatdozentur für Allgemeine Histologie und Embriologie.
- 1971-1974 Lehrauftrag an der Klinik für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität "G.D'Annunzio" von Chieti.
- 1975 Ernennung zum Außerordentlichen Professor an der Klinik für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde und Zustellung des Lehrstuhls an der Klinik für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde.



- 1975 (20.06) Facharzt in Gerichtsmedizin mit Punkten
70/70 mit Auszeichnung an der Universi-
tät Bologna.
- 1976-1978 Lehrstuhl der Klinik für Zahn-Mund- und
Kieferheilkunde der Universität Ferrara,
mit Direktion der Klinik.

